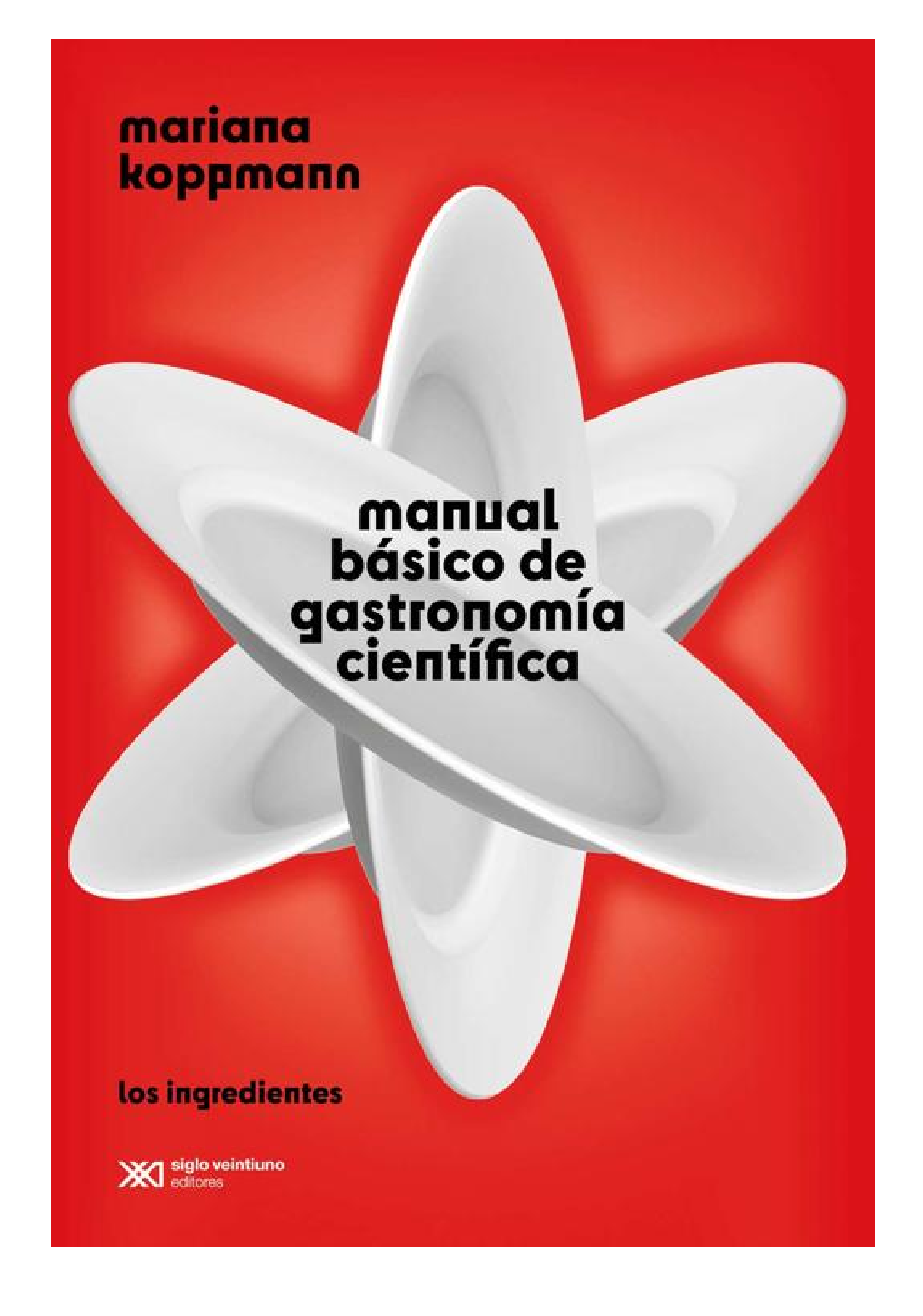
mariana koppmann

manual básico de gastronomía científica

los ingredientes





Mariana Koppmann

MANUAL BÁSICO DE GASTRONOMÍA CIENTÍFICA

Los ingredientes

A Elida Josefa Maquiera y Enrique Victor Koppmann (mami y papi)

Algunos chinos han pensado y siguen pensando que cada cosa nueva que hay en la tierra proyecta su arquetipo en el cielo. Alguien o Algo tiene ahora el arquetipo de la espada, el arquetipo de la mesa, el arquetipo de la oda pindárica, el arquetipo del reloj de arena, el arquetipo del reloj, el arquetipo del mapa, el arquetipo del telescopio, el arquetipo de la balanza.

Yo personalmente he observado que no hay cosa que no propenda a ser su arquetipo y a veces lo es.

María Kodama adquirió en la panadería Aux Brioche de la Lune esta gran *brioche* y me dijo, al traérmela al hotel, que era el Arquetipo. Inmediatamente comprendí que tenía razón.

Jorge Luis Borges, "La *brioche*", incluido en su libro *Atlas*

Introducción

Ha pasado ya más de una década desde la publicación de los *Manuales de gastronomía molecular*, y por suerte mi amor por el diálogo entre ciencia y gastronomía permanece intacto. Entre 2004 y 2016 se creó en nuestro país la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular, una institución que en su tiempo de actividad le dio fuerza a la unión entre ambas disciplinas y la fue difundiendo y consolidando. Como resultado de este tipo de iniciativas, tanto a nivel local como internacional, el acercamiento entre la ciencia y la gastronomía está más activo y floreciente que nunca. Tanto es así, que es cada vez más aceptado en el ámbito universitario y, por supuesto, por los amantes de la

"comida" (sean o no cocineros profesionales).

Por dar algún ejemplo, el curso de Química Culinaria que dicto en el Instituto Argentino de Gastronomía (IAG), ahora bajo una modalidad

virtual, sigue despertando mucho interés, así como el curso "Science & Cooking: From Haut Cuisine to the Science of Soft Matter"[1] que desde 2010 ofrece la Universidad de Harvard, de muchísimo éxito hasta el día de hoy.

De qué manera denominar este encuentro entre la ciencia y la cocina fue siempre un gran tema de discusión: "química culinaria", "cocina molecular", "gastronomía molecular", "ciencia y cocina", "ciencia y gastronomía"… y podríamos seguir dándole vueltas al asunto. Por esta razón, en el primer Science & Cooking World Congress,[2]

realizado en Barcelona en 2019, luego de arduas conversaciones nos pusimos de acuerdo entre los asistentes y llegamos al nombre de "gastronomía científica", que hoy es parte del título de este libro.

En su momento, Nicholas Kurti y Hervé This acuñaron el término "gastronomía molecular" para dar cuenta de la investigación científica de los *procesos culinarios*, lo que lo circunscribía al ámbito de la cocina. Pero de hecho el concepto de "gastronomía" es mucho más amplio, e incluye un gran universo: el del comensal y su experiencia con la comida, que es atravesado por muchas áreas del conocimiento, la tecnología, la industria, la cultura y el arte.

Este *Manual básico de gastronomía científica* pone el foco en los ingredientes más habituales en la cocina. Los lectores encontrarán aquí no solo una descripción sencilla de su composición y su comportamiento en las diferentes preparaciones, sino también recetas (algunas simples y otras no tanto) en las que se pondrán en juego todas estas propiedades. Cada capítulo tiene algo nuevo que captó mi interés en los años transcurridos desde la publicación de los primeros *Manuales*. Y en cada capítulo nos

ocupamos de un tema específico: los huevos, las carnes, los vegetales, las harinas, los almidones, los azúcares, las grasas y, finalmente, los sentidos (nuestra herramienta para percibir el mundo que nos rodea, incluidos los alimentos). Como cierre, para aquellos interesados en profundizar sobre la física y la química de la cocina, al final del libro encontrarán información adicional, que incluye un listado de bibliografía comentada.

*

Querido lector, querida lectora, espero que estas páginas resuelvan una gran parte de tus interrogantes y que te estimulen a hacerte nuevas preguntas cada vez que cocines.

Con cariño,

Mariana

[1] Para más datos sobre este curso, los curiosos pueden buscar en <sciencecooking.seas.harvard.edu>.

[2] Véase <scienceandcookingworldcongress.com>.

1. El huevo Las proezas de un alimento todoterreno

El lugar donde están, sin confundirse, todos los lugares del orbe, vistos desde todos los ángulos.

J. L. Borges, “El Aleph”

El huevo es uno de los ingredientes más versátiles dentro de la gastronomía. Se lo utiliza en muchísimas recetas para lograr variados efectos: cohesión en un relleno de tarta, en una terrina o en una albóndiga; espumado en una *mousse*, en un *soufflé* o en un bizcochuelo; espesamiento en una crema inglesa; gelificación en un flan, y emulsiones como en los casos de una mayonesa o una salsa bearnesa. Incluso un simple huevo entero cocido puede tener una infinidad de texturas según cómo se lo prepare.

El gran abanico de funciones que los huevos desempeñan en una receta se debe a su particular composición: cada huevo posee proteínas de distintos tipos, fosfolípidos y además es fuente de vitaminas (como la A y la riboflavina) y de minerales (como el hierro, el calcio y el magnesio).

Estructura y composición

En la estructura del huevo podemos diferenciar al menos tres partes principales: la cáscara, la clara y la yema. Cada una tiene una composición química distinta, a la que le debe sus peculiares propiedades culinarias.

Para empezar, la cáscara cumple la función de proteger el huevo del exterior.

Recordemos que cada huevo tiene el potencial de alojar un nuevo ser vivo en su interior (al futuro pollito). Por eso, es una estructura dura construida sobre una red proteica en la que se cristaliza el carbonato de calcio y una pequeña proporción de carbonato de magnesio (como el mármol). Esta cobertura sólida tiene, sin embargo, pequeños poros que le permiten al huevo el intercambio de gases (aire) con el exterior, necesarios para el desarrollo del pollito.

La clara está constituida por un 88% de agua y un 11% de proteínas. Estas últimas son las que le confieren al huevo la posibilidad de retener aire en las preparaciones, una de sus características más espectaculares.

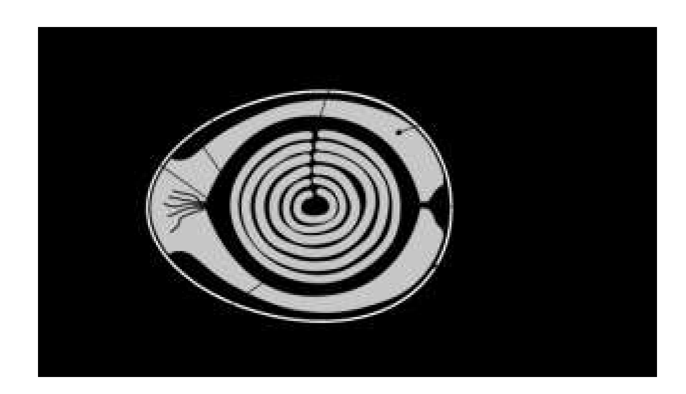


Figura 1.1. Estructura del huevo

La yema, por su parte, está conformada por un 17,5% de proteínas, un 32% de lípidos (grasa) y un 48% de agua. Gracias a los lípidos, las yemas tienen la habilidad de emulsionar (mantener unidos dos líquidos que, de otro modo, no se mezclarían) y airear las preparaciones. En cuanto a sus proteínas, estas pueden espesar y también tienen la capacidad de emulsionar y de retener el aire.

Tabla 1.1. Composición química del huevo

Proteínas Lípidos Agua Minerales

Clara

11,0%

0,2%

88,0%

0,8%

Yema

17,5%

32,5%

48,0%

2,0%

Cáscara

3,3%

1,6%

95,0%

Las propiedades culinarias de la clara se basan exclusivamente en sus proteínas, mientras que las de la yema se deben a una combinación de las características de las proteínas y de los lípidos.

A partir, entonces, de los distintos componentes del huevo y sus propiedades, es posible realizar diversas maravillas en la cocina:

- espesar una preparación gracias a las proteínas tanto de la yema como de la clara;
- clarificar un caldo con las proteínas de la clara;
- dar estructura esponjosa a los bizcochuelos;

- espumar, con las proteínas de la clara, un merengue o, con las de la yema, un sambayón;

- emulsionar gracias a los lípidos de la yema, y mejorar la estabilidad y firmeza de la preparación gracias a sus proteínas;

- formar geles a partir de las proteínas de las claras y de las yemas, solas o en conjunto.

Las proteínas del huevo

Para comprender las posibilidades que ofrecen los huevos, vamos a explorar uno de sus componentes estrella: las proteínas. Como primer paso, es fundamental entender qué son (para eso, véase el apartado "¿Qué son las proteínas?", en este mismo capítulo).

Una vez que ya incorporamos su definición y sus propiedades, debemos desterrar la idea de que hay un solo tipo. Reemplazaremos el singular ("la proteína del huevo") por el plural, ya que se trata más bien de un conjunto de proteínas, distribuidas en la clara y en la yema. Cada una tiene una composición distinta y, por lo tanto, características diferentes. Si bien tienen en común el hecho de verse afectadas por el calor, los ácidos o las sales, y algunas también por el movimiento mecánico, los efectos no son los mismos en todos los casos. Las modificaciones que sufren a nivel molecular (desnaturalización o coagulación) cambian la textura macroscópica (observable a simple vista) de las preparaciones. Estos procesos se pueden ver con claridad, por ejemplo, en la diferencia entre un huevo fresco, un huevo pasado por agua o un huevo duro.

Las proteínas de la clara han sido muy estudiadas y se sabe que sus diferencias no son solo estructurales sino también funcionales. Esto hace que las claras tengan una aplicación muy amplia y versátil en la cocina. La tabla 1.2 desglosa las proteínas más importantes y la temperatura a la que comienzan a desnaturalizarse (modificar su estructura nativa).

Tabla 1.2. Proteínas de la clara de huevo

Nombre de la proteína	Porcentaje	Temperatura de desnaturalización
Ovoalbúmina	58,0%	84,5 ºC
Ovotransferrina o conalbúmina	13,0%	61,0 ºC
Ovomucoide	11,0%	70,0 ºC
Ovoglobulina	8,0%	92,5 ºC
Lisozyma	3,5%	75,0 ºC
Flavoproteínas	1,5%	-
Ovoglicoproteínas	0,8%	-
Ovomacroglobulinas	0,5%	-

Ovoinhibidor

0,5%

-

Avidina

0,01%

-

Por otro lado, en lo que respecta al conjunto de proteínas que forman parte de la yema (denominadas "livetinas"), sus propiedades son bastante similares entre sí: comienzan a desnaturalizarse alrededor de los 65 ºC y coagulan alrededor de los 70 ºC.

A medida que las proteínas se van desnaturalizando, el huevo adquiere una textura cada vez más espesa que luego, con la coagulación, se va poniendo más firme.

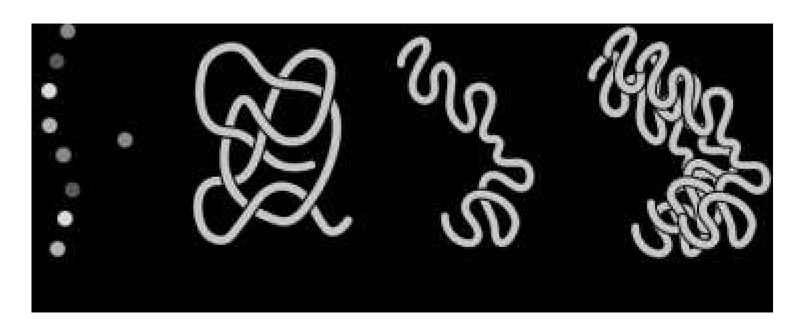


Figura 1.2. Síntesis y desnaturalización de proteínas

¿Qué son las proteínas?

Las proteínas son moléculas muy grandes, constituidas por unidades de otras moléculas más pequeñas llamadas "aminoácidos". Debido a que existe una variedad de veinte aminoácidos, las cadenas de proteínas tienen eslabones que pueden tener veinte formas distintas. Según los aminoácidos se atraigan o se repelan, la cadena se irá plegando o replegando, y la proteína adoptará una forma particular.

La forma que adquiere en la naturaleza se denomina “forma nativa”.

De acuerdo con su estructura espacial, se distinguen las proteínas globulares y las fibrosas. Las globulares están constituidas por cadenas que se repliegan sobre sí mismas como un ovillo, confiriendo al conjunto un aspecto compacto.

La estructura es sumamente importante, ya que la forma de las moléculas determina su funcionalidad. La forma puede verse afectada por el calor, los ácidos, las sales y la acción mecánica. Este cambio en la estructura natural de las proteínas se denomina

“desnaturalización”. Como consecuencia de este proceso, se producen variaciones en la textura de las preparaciones. En el caso de las proteínas globulares, se despliegan y aumentan su afinidad con el agua.

El estado final de la desnaturalización es la coagulación, en cuyo transcurso las proteínas ya desnaturalizadas se unen con otras, y dejan pocos enlaces libres para relacionarse con el medio.

Las proteínas fibrosas, por su parte, son generalmente proteínas estáticas, formadas por una unidad repetitiva simple que se ensambla para formar fibras. Su principal función

es dar soporte mecánico a las células y los organismos, y son habitualmente insolubles en agua. Los ejemplos más conocidos son la queratina del pelo y el colágeno de la piel, huesos y tendones.

¿Congelar o no congelar? Esa es la cuestión

Muchas veces, nos sobran claras o yemas después de hacer recetas de pastelería, o nos entusiasmamos con alguna oferta y compramos huevos en cantidad, aunque nuestro consumo diario no sea tan alto. Para no desperdiciar, una excelente estrategia es congelar los huevos, las claras o las yemas que nos hayan sobrado, y usarlas en otro momento.

Tanto las claras como los huevos homogeneizados pueden congelarse y descongelarse sin perder sus propiedades funcionales, y usarlos como los frescos. Lo único que nos puede traer dificultades es la homogeneización. Pero a no desesperar; para que sea más sencillo, se

les puede agregar una pizca de sal al mezclarlos y *voilá*, ya estarán listos para un *omelette*.

El caso de las yemas, por el contrario, no es tan sencillo. Si las congelamos sin ningún agregado, al descongelarlas quedan coaguladas en forma cremosa. ¿Qué les pasó? Las yemas tienen poca agua. Al congelarlas, las proteínas se desnaturalizan y coagulan asociándose entre sí; es decir, forman una especie de gel. ¿Alguna estrategia para impedirlo? Sí. Debemos recordar, antes de meterlas en el congelador, mezclarlas con agua y agregarles un poco de sal o azúcar. Esto impedirá que las proteínas de la yema se coagulen durante el congelado. Las proporciones son un 5% de azúcar y un 100% de agua (el mismo peso de agua que de yemas); o bien un 2% de sal y un 100% de agua.

Luego, mezclar bien y congelar. Por supuesto, para evitar sorpresas en nuestras recetas futuras, no hay que olvidarse de anotar si lo que agregamos es sal o azúcar.

Cocción del huevo: las propiedades a través de las preparaciones

Puntos de cocción: el huevo entero perfecto

Cocción en agua hirviendo

Históricamente, el punto de cocción de un huevo se establecía en función de la cantidad de minutos durante los cuales se lo cocinara en agua hirviendo (huevos de un minuto y medio, huevos de tres minutos, etc.). Al cocinar un huevo entero, el calor que transmite el agua en ebullición va penetrándolo y aumenta su temperatura. A medida que esta sube, las diferentes proteínas se desenrollan (desnaturalizan) y atrapan agua, lo cual conduce a un cambio en la textura. Es decir que, a mayor temperatura interna, se sumarán más proteínas desnaturalizadas (recordemos que, a los 61 ºC, comienza la desnaturalización de la ovotransferrina, y a los 84,5 ºC, se habrán desnaturalizado el ovomucoide y la ovoalbúmina), que atraparán cada vez más agua y lograrán que la clara y la yema sean cada vez más consistentes.

El resultado final dependerá de la temperatura inicial y del tamaño del huevo, así como del tiempo que se lo cocine. Como el calor va penetrando de a poco, las proteínas externas llegarán a temperaturas superiores antes que las internas. Por eso, con huevos más grandes necesitaremos más tiempo para lograr la misma textura que con

huevos más chicos. Y lo mismo para el punto de partida: con huevos a temperatura ambiente, precisaremos menos tiempo que si estaban en la heladera. A su vez, la textura cambiará dependiendo de si se enfrían en agua o si se dejan enfriar lentamente a temperatura ambiente. En el primer caso, en vez de continuar transfiriéndose hacia el centro del huevo, el calor se dirigirá hacia el exterior.

¿Cómo ahorrar gas?

Una forma de ahorrar energía al cocinar un huevo en agua es apagando la fuente de calor luego de alcanzar el hervor y dejar que el calor acumulado en el agua se transmita al huevo hasta terminar de cocinarlo.

Si los huevos se sacan de la heladera (hasta unos cinco huevos) y se colocan a hervir en un litro de agua, luego de apagar la fuente de calor los podemos dejar unos 8 minutos para obtener una yema cremosa, o unos 15-20 minutos para obtener huevos duros (sin el aro verde).

Una vez transcurrido ese tiempo, conviene sumergirlos en agua fría para cortar la transmisión de calor hacia el centro del huevo. ¡Les aseguro que quedan perfectos!

Cocción en agua a baja temperatura

Desde la incorporación en las cocinas de los llamados "*ronners*" (baños termostatizados con circulación de agua),[3] necesarios para la cocina al vacío como alternativa al horno de vapor, los cocineros y también los científicos comenzaron a experimentar con la cocción de los huevos a temperatura constante; primero hasta que todo el huevo alcance la temperatura del baño y luego probando distintos tiempos y temperaturas de cocción.

Con estos aparatos, incluso podemos pasteurizar un huevo con cáscara a 57 ºC si lo dejamos dos horas.[4]

Si en vez de agua hirviendo, usamos agua a otra temperatura (62 ºC, 65 ºC, etc.), podremos planificar la textura que nos gustaría alcanzar. El tiempo de cocción, desde luego, será mucho más largo, ya que a

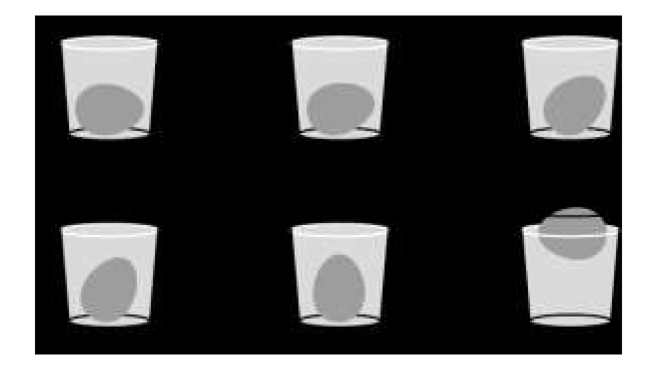
menor temperatura externa la difusión de calor del baño al centro del huevo es más lenta. A partir de los 60 ºC, si se cocinan durante una hora, los huevos habrán alcanzado en el centro la temperatura del agua del baño y además estarán pasteurizados. Si, por ejemplo, queremos obtener un huevo con una clara de textura suave y una yema totalmente líquida, tendremos que cocinarlo a 63 ºC y esperar una hora a que el calor se difunda y todo el huevo alcance esa temperatura.

Para cocinar los huevos, no hace falta colocarlos en una bolsa ni encerrarlos al vacío.

Simplemente pueden hacerse en su cáscara, en un baño termostatizado o en un horno de vapor (en este último, conviene hacerlo dentro de un recipiente con agua para amortiguar los cambios de temperatura). Ambos métodos pueden mantener la temperatura de cocción elegida. Necesitaremos, como mínimo, unos 60 minutos de inmersión, para asegurarnos que el calor se haya transmitido, a las distintas temperaturas, hasta el centro del huevo. Cuanto más tiempo se dejen a la misma temperatura, más firme será la textura de la yema.

Para pelarlos con mayor facilidad cuando las temperaturas de cocción son bajas, se pueden sumergir 30 segundos en agua hirviendo y luego en agua bien fría, de modo que la clara cercana a la cáscara coagule por completo.


Figura 1.3. Envejecimiento del huevo



¿Por qué los huevos frescos, aunque se hayan cocinado, son tan difíciles de pelar?

En ocasiones, luego de cocinar y enfriar un huevo duro, nos encontramos con que no hay manera de desprender la cáscara fácilmente. Esto se debe a que los huevos son muy frescos (hasta aproximadamente unos cinco o seis días de la puesta).

Luego de la puesta, el huevo comienza a envejecer y ocurren dos fenómenos independientes que afectan sus propiedades y características. Por un lado, el huevo empieza a perder agua por evaporación a través de los poros de la cáscara, con lo cual se va agrandando la cámara de aire. A medida que esto sucede, disminuye la densidad total del huevo. Si se lo sumerge en agua, con el transcurso de los días pasará de estar acostado a enderezarse y luego llegará a flotar (en cuánto tiempo ocurra este fenómeno depende tanto de la temperatura como de la humedad ambiente).

Por otro lado, el huevo va perdiendo el dióxido de carbono que se encontraba disuelto.

A medida que esto sucede, el pH[5] casi neutro (7,6) de la clara se vuelve cada vez más alcalino (9,4). Esto hace que las proteínas cambien de forma y que las claras pierdan viscosidad. Al cascar un huevo fresco, la clara está densa alrededor de la yema, y al cascar uno viejo, la clara está líquida y se expande en el plato. Si envejece aún más, la membrana que separa la clara de la yema se hace tan débil que se rompe y al cascarlo se nota claramente otra textura.

Volviendo a la pregunta inicial, al perder agua la clara se contrae mientras que aumenta la cámara de aire. Por eso, son más fáciles de pelar cuanto más tiempo haya transcurrido desde la puesta. Una estrategia para pelar sin problemas huevos muy

frescos, y para que, además, al cocinarse, mantengan su forma ovalada, es pinchar con mucho cuidado el extremo donde está la cámara de aire. El huevo se redistribuirá en toda la cáscara y se separará ligeramente de ella. También facilita el pelado dejarlo enfriar un día en la heladera para que el gel formado por la clara se vuelva más firme.

¿Cuál es el huevo duro perfecto? Podemos tener nuestras preferencias pero, para Hervé This, químico francés y uno de los fundadores de la gastronomía molecular, se trata de aquel que se cocina a una temperatura constante de 69 ºC. A esa temperatura, la clara será firme

pero todavía suave, y la yema estará cocida y cremosa, sin haberse coagulado del todo (momento en el que su textura se pone arenosa y seca al paladar).

¿Qué tiene más agua: un huevo entero cocido o uno crudo?

Esta pregunta es capciosa, así que vamos a responderla de entrada para no generar confusiones: ambos tienen la misma cantidad de agua. Ahora bien, esta afirmación desafía nuestros sentidos: si rompemos un huevo crudo, se desparrama, dándonos una idea de cuán líquido es; en cambio, si rompemos un huevo cocido, mantiene su forma, con lo cual podríamos pensar que tiene menos agua que su versión cruda, o que durante la cocción el agua se perdió. Es más: si comemos un huevo crudo percibimos el agua en la boca, pero si comemos un huevo duro no solo no la percibimos sino que hasta tenemos que tomar agua de inmediato porque nos deja una sensación de sequedad. Entonces… ¿dónde está el agua? El agua no se fue a ningún lado, quedó atrapada entre la red de proteínas desnaturalizadas y coaguladas, lo que impide que la percibamos en la boca. Sin embargo, está ahí, bien escondidita de nuestros sentidos.

Los huevos 6X (cocción en agua a baja temperatura): el efecto del tiempo Cambios de textura en los huevos 6X

El investigador Cesar Vega[6] se interesó en comparar las texturas de los huevos cocinados a bajas temperaturas y por distintos tiempos en diversos restaurantes del mundo. Le llamó la atención que cada cocinero aplicara distintos tiempos a temperaturas similares (diferencias de 0,5 ºC) o temperaturas y tiempos bastante diferentes pero logrando texturas prácticamente idénticas. Mientras que, según los

parámetros de cocción, la textura de las yemas variaba, las de la clara no cambiaban notoriamente, ya que todas las cocciones se realizaban a temperaturas que él llamó “6X”

(es decir, 61 ºC, 62 ºC, etc.).

¿Por qué se da esta diferencia entre la cocción de la clara y la yema? Si observamos la tabla 1.3, el primer cambio en las proteínas de la clara se produce a los 61 ºC y luego hay un intervalo de casi 10 ºC hasta que ocurra un nuevo cambio significativo. Es por eso que las claras de los huevos cocinados a 6X no cambian demasiado.

Tabla 1.3. Temperaturas y texturas de la clara y la yema

Temperatura Textura de la clara

Textura y color de la yema

Comentarios

Totalmente cruda.

Totalmente cruda y de color amarillo brillante.

Si se deja dos horas, se podrán pasteurizar para utilizar en

57 ºC

recetas con huevo crudo sin riesgos.

Muy

frágil.

Recién

comienza

a

Totalmente cruda y de color amarillo brillante.

Muy difícil de pelar; ya que aún hay mucha clara cruda.

61 ºC desnaturalizarse.

Un poco más firme; se forma un suave gel,

Apenas espesa, sin mantener aún la forma, y de

Muy difícil de pelar, ya que el gel es muy frágil. Mejora al **63 ºC** que abarca toda la clara.

color amarillo brillante.

enfriarse del todo.

Más firme.

Más espesa y cremosa, mantiene la forma y es de

Fácil de pelar.

65 ºC

color amarillo brillante.

Más firme.

Cada vez más espesa, mantiene la forma y es de

Fácil de pelar (¡y riquísimo!).

68 ºC

color amarillo brillante.

Totalmente coagulada, sin ser correosa.

Totalmente coagulada, se desgrana y no es

75 ºC

maleable; el color es amarillo pálido.

Totalmente coagulada, correosa.

Totalmente coagulada, se desgrana y no es

Puede desarrollarse el halo verde oscuro si se deja demasiado

90 ºC

maleable; el color es amarillo pálido.

tiempo en el baño.

Sin embargo, sí se producen cambios relevantes en la viscosidad, es decir, en la

“cremosidad” de la yema, según la temperatura y los tiempos de cocción. ¿Por qué?

Lamentablemente, los científicos no han podido determinarlo todavía.

A su vez, en el trabajo científico publicado (ver nota al pie) se buscó equiparar las texturas de las yemas a preparaciones conocidas, obteniendo los siguientes datos: **Tabla 1.4.** Viscosidad de diferentes preparaciones

Alimento

Viscosidad en Pa·s(*)

Crema batida

0,02

Yema cruda

0,09

Jarabe de maíz (para panqueques)

0,96

Chocolate *syrup*

1,40

Queso crema (17% de grasa)

2,90

Yogurt estilo griego

3,00

Molasas

3,30

Leche condensada azucarada

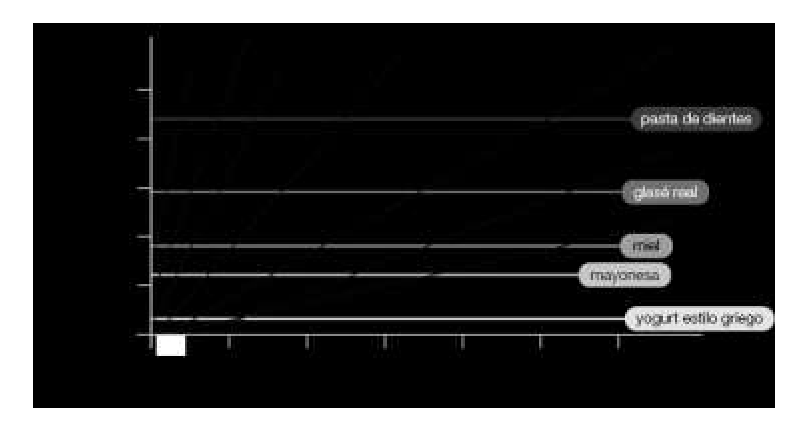
6,80

Mayonesa

12,10

Postre de chocolate

13,80



Miel (líquida)

18,30

Nutella

28,10

Glasé real (fresco)

29,30

Pasta de dientes

43,80

Marmite

43,90

(*) La viscosidad se mide en pascal segundo, cuyo símbolo es Pa·s, y equivale a 1 N x s *m² o 1 kg* (m x s).

Fuente: Adaptado de C. Vega y R. Mercadé-Prieto (2011), “Culinary Biophysics: on the Nature of the 6X °C Egg”, *Food Biophysics*, nº 6.

Figura 1.4. Cambios en la viscosidad de la yema según el tiempo de cocción y la temperatura

Fuente: A. Inkeri Hopia y E. Cyrus Fooladi (2019), *A Pinch of Culinary Science*, CRC Press.

Como se suele decir, la información es poder: con estos datos podemos decidir qué tiempo y a qué temperatura cocinar un huevo para obtener una textura determinada.[7]

Huevo poché

Para algunos comensales, el huevo perfecto no es el duro sino el famoso huevo poché, un preparado que también tiene sus secretos: se trata de un huevo sin cáscara cocinado en agua a 90-95 ºC, con la forma de un huevo entero, la clara cocida y la yema cruda. La complejidad de esta receta reside en lograr una buena forma y evitar que la clara se coagule generando hilos en toda la olla (lo que le da un aspecto de monstruo de las profundidades marinas). Para esto, hay que seguir el siguiente procedimiento: 1.

Calentar agua en una cacerola (hasta unos 90-95 ºC).

2.

Cascar un huevo y colocarlo en un bol pequeño.

3.

Generar un remolino en el centro de la olla y, con cuidado, disponer el huevo en su interior; finalmente, mover el agua alrededor del huevo de manera envolvente para que las proteínas de la clara se vayan

coagulando en torno a la yema. Así se obtendrá forma "de huevo" y la cocción será pareja.

Las dificultades técnicas de esta preparación han suscitado muchas recomendaciones y prohibiciones por parte de los expertos. Veamos cuáles son y evaluemos si se justifican:

□

Se recomienda agregar al agua un poco de ácido (un 10% de vinagre de alcohol), para que las proteínas de la clara se desnaturalicen ni bien entran en contacto con el agua y sea más sencillo darle forma. Hay que tener en cuenta que, además de acelerar la desnaturalización de las proteínas, la acidez aumenta la temperatura de coagulación, con lo cual la textura exterior del huevo cambia: se vuelve más seca, más opaca, no tan agradable. Esto se debe a que, en presencia de ácido, las proteínas se coagulan de un modo distinto: quedan más cerca unas de otras y contienen menos agua dentro de la red formada.

□

Se aconseja no añadirle sal al agua. Si hacemos la prueba de agregársela, observaremos que la clara se dispersa muy rápido por la olla debido a que algunas de sus proteínas aumentan la solubilidad en medios ligeramente salados. De todas maneras, con una buena técnica, podemos lograr la forma deseada; la textura se parecerá a la de un huevo cocido sin vinagre –es decir, brillosa y húmeda– y, por supuesto, tendrá un gusto levemente salado.

Si no se agrega nada al agua y se aplica un buen método se logra la forma deseada con una textura brillosa y húmeda. En resumen, aunque siempre será más sencillo emplear

un medio ácido y sacrificar un poco de textura (¡bienvenida sea la simplicidad!), proponemos hacer la prueba de deleitar a nuestros invitados con un huevo poché basado en una técnica adecuada y un huevo bien fresco.

Huevo pasteurizado

Si necesitamos utilizar el huevo como espesante o emulsionante, tenemos una alternativa muy práctica: existen en el mercado huevos, yemas y claras pasteurizados, que pueden presentarse en formato de polvo (para reconstituir) o de líquido. ¿Qué significa que esté "pasteurizado"? El proceso de pasteurización garantiza que la cantidad de microorganismos patógenos que posee el huevo haya sido

reducida de modo tal que no represente ningún riesgo para las personas. Para entender cómo se fabrica, debemos recordar dos cosas: que los microorganismos se eliminan en función de la temperatura y el tiempo, y que las proteínas se desnaturalizan en función de la temperatura y no son tan dependientes del tiempo. Por lo tanto, este producto se obtiene sometiendo las yemas, las claras, o la mezcla de ambas, a una temperatura tal que no llegue a desnaturalizar las proteínas, pero durante el tiempo suficiente como para reducir la cantidad de microorganismos.

¿Se pueden pasteurizar los huevos en nuestras casas?

Con termómetro, tiempo y paciencia, se puede. También con un baño termostatizado o un horno de vapor que regule muy bien la temperatura, como ya comentamos.

Simplemente, precisamos una conservadora o viandera, un termómetro (si es con sonda larga, mejor, así se mantiene en la conservadora y podemos verificar la temperatura sin abrirla). Hay que poner agua a 57 ºC y mantener los huevos durante dos horas a temperatura constante. Para eso, cada 15 minutos debemos revisar que la temperatura no baje; de lo contrario, agregamos más agua a una temperatura superior a 57 ºC y homogeneizamos.

El huevo quedará líquido y pasteurizado para cualquier preparación segura que no lleve cocción. Como una *mousse* o una tortilla de papas babé en la que el huevo del interior no se cocinó completamente.

¿Qué ventajas tienen las claras pasteurizadas, líquidas o reconstituidas en polvo, frente a las frescas?

La gran ventaja de las claras líquidas pasteurizadas o en polvo para reconstituir es que ya son aptas para consumir.

Es cierto, sí, que debido a los procesos de calentamiento que han sufrido, por lo general tardan más en espumar, pero espuman perfectamente y los batidos son tan estables como los de claras frescas.

Por otro lado, nos acelera enormemente gran parte del trabajo manual de cascar huevos (sobre todo cuando precisamos utilizar huevos en grandes volúmenes) y, por si fuera poco, nos olvidamos del problema de que pequeñas porciones de cáscara caigan en la preparación y contaminen el producto.

En acción: el huevo y sus aplicaciones en la cocina

El huevo como agente espesante

Las propiedades espesantes que poseen los huevos explican parte de su uso extendido en la cocina. Este talento se explica a través de sus proteínas, que, con el aumento de la temperatura, incrementan su capacidad de atrapar agua y, en consecuencia, espesan las preparaciones. El ejemplo más representativo es la elaboración de la crema o salsa inglesa.

Crema inglesa

Es una salsa ligeramente espesa utilizada como base de helados o para acompañar postres, que se prepara con leche (1 l), yemas (250 g) y azúcar (200 g). La receta indica mezclar las yemas con el azúcar, entibiar la leche e incorporarle la mezcla anterior.

Luego, hay que colocar la preparación sobre fuego bajo y, sin dejar de revolver, calentar hasta que espese. En este punto se indica “napar” la cuchara, es decir, cubrirla de crema para confirmar que esta sea lo suficientemente espesa como para escribir sobre ella. Una vez comprobado el espesamiento, se la debe retirar del fuego y trasvasar inmediatamente a un recipiente frío. Algunas recetas incluso indican que no se deben sobrepasar los 82-85 ºC, por el riesgo de que se formen grumos, la crema tome gusto a huevo cocido, las proteínas se coagulen y la preparación vuelva a licuarse. Si esto

ocurre, desgraciadamente no hay manera de deshacer los grumos y hay que echar todo a la basura. Con el objetivo de evitar cualquiera de estos infortunios, vale la pena que nos planteemos una serie de preguntas cinético-gastronómicas, que pueden brindarnos mayor entendimiento y confianza a lo largo de la receta.

□

¿Por qué espesa la preparación? La crema espesa porque, al calentarse, las proteínas de la yema aumentan su afinidad con el agua, la atrapan

cada vez más e impiden que fluya, lo cual da como resultado una preparación más viscosa.

□

¿Por qué hay que revolver todo el tiempo? Como la fuente de calor está en la base de la olla, debemos revolver todo el tiempo para que la temperatura sea similar en toda la preparación y la desnaturalización proteica se produzca de manera homogénea. Si no revolvemos, como la base estará más caliente que el resto, las proteínas se desnaturalizarán y se adherirán al fondo, y así se arruinará la crema.

□

¿Por qué hay que trasvasarla a un recipiente frío? Se debe rápidamente trasvasar a un recipiente frío porque, si continúa calentándose la preparación –recordemos que la olla aún está caliente–, se podría superar la temperatura de desnaturalización y las proteínas coagularían.

□

¿Por qué 82 ºC y no 66 ºC, que es la temperatura a la que las proteínas de la yema se desnaturalizan? Las proteínas de la yema en el huevo entero comienzan a desnaturalizarse a los 65 ºC y coagulan completamente alrededor de los 75 ºC. En esta crema hay aproximadamente un 70% de agua, un 14% de azúcar y un 2,5% de proteínas de la yema. Por un lado, la presencia de azúcar, que es un componente pequeño y polar, puede variar la forma de las proteínas y modificar las temperaturas a las que ocurren los cambios (recordemos el caso del huevo poché). Por otro, como las proteínas están más diluidas y, por lo tanto, más separadas entre sí, hay que entregarles mucho calor para que la cantidad de movimientos internos aumente la probabilidad de que se encuentren y se produzca la coagulación. Es mucho más fácil que esto ocurra cuando hay un 17% de proteínas en un 48% de agua, que cuando hay un 2,5% en un 69% de agua (o sea, 3,6% en total). Es así que podemos llevar la preparación hasta 82-85 ºC sin riesgo de que se coagule. Esta variación en la temperatura de coagulación debido a la presencia de otros ingredientes también se observa en la preparación de una crema inglesa de naranja o limón. En estos casos, parte de la leche se reemplaza por el jugo de fruta, el cual aumenta la acidez del medio. Por eso, la preparación puede llevarse hasta unos 92 ºC sin que aparezcan grumos, en tanto que la viscosidad o grado de espesamiento es menor.

¿Por qué no hay manera de deshacer los grumos y recuperar la preparación? En la crema inglesa, deseamos espesar la preparación, o sea que buscamos desnaturalizar las proteínas y no coagularlas. Cuando las proteínas se coagulan –es decir, se pegan unas con otras y generan grumos–, sueltan toda el agua que habían atrapado. Entonces, al haber nuevamente mucha agua libre, la preparación vuelve a ser fluida. Esta unión entre proteínas es irreversible; si tratamos de romper los grumos, lo único que lograremos es que sean más pequeños, pero nunca vamos a conseguir que vuelvan a atrapar agua. Tampoco podremos deshacerlos, ni quitar el sabor a huevo cocido. Sí…

¡es un escenario trágico!

Crema inglesa al vacío

Buenas noticias: hay un camino alternativo para evitar la tragedia de los grumos. Hacer una crema inglesa al vacío no solo significa nada más y nada menos que lograr la perfección; también nos permite despreocuparnos de mezclar constantemente y de trasvasar a un recipiente frío para interrumpir la cocción. La técnica es muy simple:
Ingredientes

Leche: 1 l

Yemas: 250 g

Azúcar: 200 g

Preparación

1.

Colocar todos los ingredientes para la crema inglesa dentro de una bolsa de vacío.

2.

Cocinar la bolsa durante unos 40 minutos a 82 ºC.

3.

Sacar la bolsa del baño, enfriarla en baño de agua con hielo… *et voilá!* La crema está lista.

El huevo como agente gelificante

Un gel es un sólido elástico que está compuesto por dos fases: una sólida y otra líquida.

La fase sólida forma una red que puede atrapar toda la fase líquida y deformarse hasta cierto punto sin romperse recuperando la forma original (elasticidad). En la pastelería, la gelificación es particularmente popular, tanto para estabilizar elaboraciones como *mousses* o espumas, como para crear texturas suaves que se funden en la boca.

El flan

En esta preparación se manifiesta en todo su esplendor el poder gelificante que tienen los huevos. Al someter una mezcla líquida al calor y luego dejarla enfriar, obtenemos un sólido elástico (gel) con mucha agua retenida. El resultado de esta operación se llama

“flan”, ¿lo ubican?

Flan

Ingredientes

□

Leche: 1 l

Vainilla: 1 unidad

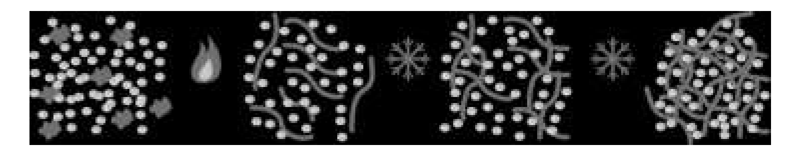
Huevos: 5 unidades

Azúcar: 250 g

Preparación

1.

Calentar la leche con una vainilla abierta a lo largo; luego, retirar del fuego y dejar que se haga la infusión.



2.

En un bol aparte, mezclar 300 g de huevos (5 unidades), 100 g de yemas (5

unidades), con 250 g de azúcar, sin batir. Añadir la leche tibia a la mezcla y colar.

3.

Verter todo el contenido en uno o varios moldes, previamente caramelizados y enfriados, y luego cocinar en horno suave a baño maría hasta que cuaje. Finalmente, retirar del horno y enfriar en la heladera por lo menos durante doce horas antes de desmoldar.

¿Qué veríamos si pudiéramos espiar lo que le va ocurriendo a la preparación a medida que se calienta? Al principio, cuando ya hicimos la primera mezcla pero aún no la sometimos al calor, las proteínas están en su forma nativa (representación libre) y mucho más

separadas entre sí que lo que están dentro del huevo; por eso la preparación está tan líquida. Cuando la temperatura comienza a subir, las proteínas se desnaturalizan y atrapan agua, haciendo que la preparación se espese cada vez más.

Cuando sacamos el flan del horno, algunas proteínas comienzan a asociarse entre sí, pero no en cantidad suficiente como para mantener la forma del molde. De hecho, si tratamos de desmoldar el flan en ese momento, nos encontraremos con una consistencia un poco más concentrada, menos fluida que la de una crema inglesa, pero que todavía se desarma. Si dejamos que la mezcla se enfríe en la heladera y esperamos por lo menos doce horas, veremos que la preparación irá formando un gel, lo cual significa que, al cabo de ese tiempo, podremos desmoldar los flancitos a la perfección sin que se desarmen porque las proteínas ya habrán atrapado toda el agua (véase la figura 1.5). Lo que ocurre es que, a medida que la temperatura disminuye, las moléculas van dejando de moverse y comienzan a unirse unas con otras de manera más estable, hasta formar una red que atrapa toda el agua. Por lo tanto, el tiempo que la preparación permanece inmóvil y en frío es fundamental para que la red sea más firme.

Figura 1.5. Proteínas del huevo en el flan

Al principio, cuando el flan está crudo, las proteínas están separadas entre sí. Luego, se desnaturalizan y atrapan agua por el aumento de temperatura. Al sacar del horno y enfriarse, comienzan a asociarse a medida que baja la temperatura. Finalmente, ya en frío, se asocian y forman un gel.

Podríamos preguntarnos por qué no pasa lo mismo que en el caso de la crema inglesa, cuya preparación nunca forma un gel por más que la dejemos enfriar. La respuesta es sencilla. En el caso del flan, la cantidad de moléculas proteicas es más del doble (hay aproximadamente un 6% de proteínas provenientes del huevo), lo cual posibilita la formación de la red. Por otra parte, no debemos olvidar que el azúcar presente en la preparación también atrapa agua, y además ejerce un efecto sobre las propiedades funcionales de las proteínas del huevo, ya que al interaccionar con ellas cambia la temperatura de coagulación y la forma de gelificación.

Es interesante ver cómo se modifica la textura del flan si en la

preparación, en vez de leche, usamos jugo de naranjas. El gel se forma igual pero, como la acidez del jugo afecta a las proteínas, se forma un gel más débil, que da una sensación de mayor cremosidad en la boca. Esta receta es ideal para aquellos que no pueden consumir leche por intolerancia a la lactosa o por alergia a la proteína de la leche. Y el procedimiento y las proporciones son iguales a las del flan tradicional.

Por otra parte, en un flan salado o una *mousseline*, también hay un efecto sobre las proteínas, pero es completamente distinto al del azúcar. Mientras que para lograr el gel correcto en un flan clásico, que lleva abundante cantidad de azúcar, se requiere de una temperatura cercana a los 90 ºC, lograr un gel adecuado y suave en preparaciones saladas como el *chawanmushi* o el relleno de una *mousseline*, la temperatura necesaria es de entre los 64-66 ºC.

Chawanmushi

Ingredientes

Caldo o *fumet* de pescado desgrasado: 400 cm3

Dashinomoto o *katsuobushi*: 8 g

Huevos: 2 unidades

Filet de cualquier pescado blanco: 100 g

Hojas de berro o cebolla de verdeo: c/n

Langostinos limpios, crudos, y eviscerados: 4 unidades

Sal y pimienta verde: c/n

Procedimiento

1.

Sobre un pequeño bol colocar el caldo de pescado.

2.

Agregar el *katsuobushi* o *dashinomoto*, una pizca de sal, y pimienta hasta obtener un consomé suave.

3.

Cada 200 cm3 de consomé, agregar 1 huevo y batir suavemente sin generar espuma.

4.

Tomar una vajilla para *chawanmushi* y verter el consomé con huevo sobre ella.

5.

Agregar los langostinos, el pescado, 1 hoja de berro o cebolla de verdeo.

6.

Llevar a la olla de vapor por unos 15 minutos o a baño maría 8-10 minutos.

El huevo como agente clarificante

La clarificación es un proceso que consiste en separar de un líquido las partículas que lo enturbian. Este proceso se aplica en muchos vinos luego de la fermentación y uno de los agentes utilizados es la clara de huevo. En gastronomía se utiliza para lograr la transparencia en el consomé, como veremos a continuación.

Consomé

Según el diccionario *Larousse gastronomique*, un consomé es un caldo de carne o de pescado que se sirve caliente o frío al principio de la comida. Sus atributos más apreciados son el sabor (que depende de la proporción de los ingredientes y el tiempo de cocción) y la transparencia alcanzada. Para lograrla, se aprovechan las propiedades

que tienen las proteínas de la clara de coagular y formar una red en la que queden atrapadas “las impurezas” que desprenden los ingredientes. Es decir que durante la elaboración se irá formando en la superficie una capa de claras que se denomina

“torta”, la cual contiene las impurezas de los ingredientes. Una vez finalizada la cocción, esta torta se remueve y se retira el caldo que ha quedado clarificado.

Finalmente, el caldo se pasa por un filtro para evitar que durante el trasvase se lleve alguna partícula de impureza.

Veamos ahora la receta y analicemos el procedimiento, para comprender el objetivo de cada uno de los pasos.

Consomé de carne

Ingredientes

- Carne picada: 225 g
- *Mirepoix* (mezcla de zanahoria, apio, puerro y cebolla): 60 g
- Tomate *concassé*:[8] 60 g
- Cebolla *brunoise*:[9] 60 g

Clara de huevo: 2 unidades

Fondo claro de carne: 1 l

Bouquet garni[10]

Sal y pimienta: c/n

Procedimiento

1.

Mezclar la carne, el *mirepoix*, el tomate y la cebolla. Objetivo: unir los ingredientes en forma homogénea.

2.

Homogeneizar las claras separadamente y luego agregar al resto de los ingredientes. Objetivo: facilitar la distribución de las claras en toda la preparación.

3.

Agregar el fondo y mezclar vigorosamente. Objetivo: facilitar la distribución de las claras en toda la preparación.

4.

Agregar el *bouquet garni* y llevar a fuego moderado, revolviendo hasta alcanzar una temperatura de 44 ºC. O sea, revolver hasta que comience a formarse la espuma.

Objetivo: hasta los 45 ºC no hay desnaturalización de las proteínas de la clara ni de las de la carne. Al revolver, evitamos que las carnes se adhieran al fondo y dificulten la clarificación. Una vez que comienza a formarse la espuma, las proteínas de la carne empiezan a desnaturalizarse y forman pequeñas partículas que deben quedar en la

superficie para ser atrapadas dentro de la red que se armará cuando las proteínas de la clara inicien la coagulación. Esto ocurrirá alrededor de los 60 ºC.

5.

Cocinar 45 minutos a fuego lento. Hacer un hoyo en el medio de la torta o a los costados para que la ebullición no la rompa. Objetivo: durante la cocción se irá formando la torta, constituida por los ingredientes (y las partículas que liberan) y por las claras coaguladas que han formado una red. Para impedir que la ebullición rompa la estructura formada, hay que darle una vía de escape al vapor haciendo un orificio en el centro o en los costados y manteniendo el fuego bajo para una ebullición suave.

6.

Rectificar el sazonado. Objetivo: como el agregado de sal puede hacer coagular otras proteínas previamente disueltas, se debe rectificar el sazonado antes de filtrar el caldo.

7.

Filtrar. Antes, separar cuidadosamente la torta y luego recoger el caldo con un cucharón y pasarlo por el filtro.

El huevo como agente espumante

Otra de las propiedades más apreciadas y maravillosas de los huevos es su capacidad para formar espumas. El secreto de toda espuma consiste en encontrar una sustancia que logre retener el aire en la preparación. En los huevos, las proteinas de la clara tienen la habilidad de atrapar aire, fijar las pompas y espesar el agua que las rodea; las de la yema pueden atrapar aire y también los fosfolípidos, sin embargo, no poseen sustancias que estabilicen la espuma. Tendremos distintos tipos de espumas según sean a partir de huevos completos (batidos para bizcochuelos), de claras (merengues) o de yemas

(sambayón). Cada una tiene características específicas tanto por su facilidad o dificultad para formarse como por su estabilidad, volumen y, por supuesto, su textura.

*

Como hemos podido ver a lo largo de este recorrido, el huevo es probablemente el ingrediente más fascinante de la cocina. El gran abanico de preparaciones que ofrece está basado en su particular composición: proteínas de distintos tipos, fosfolípidos, vitaminas y minerales. La cantidad de posibilidades que ofrece nunca deja de sorprendernos: desde un simple revuelto hasta la maravillosa espuma tibia del sambayón para coronar una cena. Su uso es tan extendido y versátil que reemplazarlo debido a alergias o en preparaciones veganas representa un desafío muy interesante para investigar.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Por qué las yemas soportan la leche caliente en la preparación de un flan si les agrego azúcar? Cuando se agrega azúcar a las yemas, sus proteínas se separan debido a la presencia de moléculas de azúcar hidratadas. Esto es lo que permite que, al añadir leche caliente, las proteínas soporten el aumento de la temperatura sin coagular. A su vez, la acción de mezclar también contribuye a que las proteínas queden dispersas en la leche con menos posibilidades de encontrarse, unirse y coagular.

2.

¿Por qué, si cocinamos una *crème brûlée* durante mucho tiempo, termina separándose y queda agua en el fondo del molde? La *crème brûlée* es un gel que se forma gracias a la construcción de una red de proteínas del huevo dentro del molde. Si se cocina durante mucho tiempo, la red se transforma en un manojo de hilos que ya no pueden retener el agua de la preparación, y entonces esta queda en el fondo del molde.

3.

¿El azúcar eleva la temperatura de coagulación de las yemas? La temperatura de desnaturalización y coagulación de las proteínas en general se ve afectada por el medio en el que se encuentran. No es lo mismo que haya azúcar, sal, ácido, o mucha agua. Tanto es así que, en la preparación de un flan dulce, la temperatura de la mezcla debe llegar a alrededor de los 90 ºC, para que al enfriarse quede formado. En el caso de un flan salado, en cambio, si la temperatura sobrepasa

los 70 ºC, el flan se corta.

4.

¿Se puede disolver la cáscara del huevo? ¿Cómo? La cáscara del huevo está formada por proteínas y mucoproteínas que constituyen una base sobre la cual se deposita el carbonato de calcio (que le confiere su dureza). El carbonato de calcio es insoluble en agua –por eso la cáscara no se deshace cuando lavamos un huevo– pero es soluble en ácidos. Teniendo en cuenta esta particularidad, podemos sumergir un huevo entero crudo o cocido en vinagre. A los pocos minutos, notaremos pequeñas burbujas sobre la superficie del huevo. Lo que estará ocurriendo es que, por la acción química del ácido acético sobre el carbonato de calcio, surgirá como resultado el acetato de calcio (soluble en agua) y dióxido de carbono (gas), que es el que forma las burbujitas. Al cabo de unas cuarenta y ocho horas toda la capa mineral se habrá disuelto, el huevo habrá absorbido vinagre (en el caso de que no esté cocido), aumentará su volumen y quedará solamente la membrana proteica transparente. A través de esta membrana se puede observar la yema en el interior del huevo. A estos huevos (crudos) también se los llama

"huevos saltarines", ya que los podemos hacer rebotar sobre la mesa (con cuidado, ya que de lo contrario explotan).

5.

¿Por qué, si se les agrega alcohol a las claras, estas se ponen blancas y comienzan a cortarse? El alcohol es extremadamente afín al agua; por eso, cuando se lo agregamos a las claras, va secuestrando el agua a la que estaban asociadas las proteínas.

Estas comienzan entonces a asociarse entre sí, coagulando y dando a la mezcla primero un color blanquecino y luego un aspecto de clara cocida.

6.

¿Por qué el flan casero tiene agujeritos? En el flan casero aparecen agujeritos debido a la temperatura a la que se lo cocina en las casas –baño maría en ebullición a 100 ºC–. Esta temperatura es tan alta que hace que las proteínas no solo se desnaturalicen sino que también coagulen alrededor de las burbujas de vapor generadas dentro de la preparación. La agitación que sufre el flan durante la cocción ayuda a completar este fenómeno. En las pastelerías, por el contrario, se suele colocar el flan en una fuente de horno con papel abajo para evitar el

movimiento, o bien se lo cocina en hornos a vapor a 90 ºC, lo cual también evita la formación de borbotones en su interior.

[3] Se trata de equipos capaces de mantener el agua a una temperatura constante menor a 100 ºC. Si bien en un comienzo se pensó para uso en laboratorio, terminaron convirtiéndose en electrodomésticos de cocina y hoy pueden conseguirse a un precio accesible.

[4] Véase M. Brenner, P. Sörensen y D. Weitz (2020), *Science and Cooking*, Nueva York, W. W. Norton & Company.

[5] El pH es una forma de medir la acidez de una solución (se trata del logaritmo negativo de la concentración de iones H^+). El pH neutro está establecido en 7, que es la concentración ácida del agua. A mayor acidez, más bajo el pH, y a menor acidez o más alcalinidad, más alto el pH. Véase el apartado "¿Qué es el pH?" del capítulo 3.

[6] Véase C. Vega y R. Mercadé-Prieto (2011), "Culinary Biophysics: on the Nature of the 6X °C Egg", *Food Biophysics*, 6: 152-159, <doi.org/10.1007/s11483-010-9200-1>.

[7] Para mayores detalles, véanse los textos del químico Martin Lersch, "Perfect Egg Yolks", disponibles en

<blog.khymos.org/2011/04/18/perfect-egg-yolks> y <blog.khymos.org/2011/04/23/perfect-egg-yolks-part-2>.

[8] Los tomates *concassé* son cubos de tomate sin piel y sin semillas.

[9] Se denomina *brunoise* a los vegetales cortados en cubos de 2 mm de lado.

[10] Es un ramito aromático que combina puerro, laurel, tomillo, perejil y apio.

2. Las carnes

Un universo de cortes, preparaciones y tipos de

cocción[11]

Aletheia: la verdad oculta en velos.

Laika

Y, finalmente, cuando el último velo cae…

Merlina

Los hombres y las mujeres de todos los tiempos han puesto (siempre que les fue posible) un plato de carne para coronar sus banquetes. Por su sabor y su aporte invaluable de proteínas, grasas y energía, las carnes se han ganado el puesto del plato principal. Sin embargo, qué desazón cuando son víctimas de manos inexpertas o descuidadas… El suculento manjar puede transformarse sin escalas en un trozo insípido, seco o correoso, a veces cocido en exceso y otras casi crudo.

Lograr el punto justo de cocción en la carne es uno de los mayores desafíos para todo cocinero. Si bien este punto no es universal (difiere según las culturas y el gusto personal), sí lo es el reto de lograr que la carne adquiera, al cocinarla, las características que imaginamos.

Al degustar una carne cocida evaluamos su aspecto, aroma, color, terneza, jugosidad y sabor. Ahora bien, ¿de qué depende el resultado obtenido? Al cocinar carne, intervienen diversos factores: la temperatura final interna a la que se la lleve, el tiempo y el método de cocción, el tipo de animal, el músculo del que proceda el corte y el tratamiento previo. Todas estas variables jugarán su rol.

A nivel molecular, los cambios que percibimos al preparar una carne, en la textura, sabor o jugosidad se deben fundamentalmente a las modificaciones que experimentan las distintas proteínas (véase el apartado “¿Qué son las proteínas?” del capítulo anterior) y a las variaciones en el contenido de agua por efecto del calor. Ahora bien,



para comprender cómo interactúan estos factores al momento de la cocción y cómo inciden en el resultado final, es necesario entender en

primer lugar cómo está compuesta la carne.

De la vaca a la carne

La carne proviene de los músculos de los animales, que están conformados por fibras musculares, tejido conectivo y tejido adiposo. Su composición varía de acuerdo con la función, la especie y la raza del animal, la edad, y el modo de crianza. Los músculos son los encargados del movimiento del cuerpo, de ahí que se contraigan y se relajen según se requiera. Las células musculares (también llamadas fibras) trabajan juntas para contraer el músculo completo.

Figura 2.1. Estructura del músculo

El músculo

Podemos imaginar la estructura de los músculos como una soga elástica (como las de *bungee jumping*, por ejemplo), que puede estirarse y contraerse. Sería como una cuerda formada a partir de otras más finas, a su vez compuestas por otras fibras elásticas más finas todavía que, al trabajar juntas, pueden soportar una tensión muy grande. Las responsables de que el músculo (formado por atados de células musculares) pueda contraerse son las proteínas; en particular, la actina y la miosina, a las cuales se las denomina “proteínas contráctiles”.

Estas no son, sin embargo, las únicas proteínas en la célula muscular: están, por ejemplo, las de la membrana celular y todo otro grupo que mantiene viva a la célula y que también influye en los cambios que ocurren tanto durante la cocción como durante el proceso de transformación del músculo en carne. Dentro de este último grupo de proteínas, se encuentra la mioglobina, responsable del color rojo de las carnes. Además de dar color, esta proteína se ocupa de capturar el oxígeno de la sangre y almacenarlo en el músculo para realizar el trabajo aeróbico. Las carnes serán más o menos rojizas según la proporción de mioglobina que posean.

¿Sangre o jugo?

En general, cuando guardamos un trozo de carne en un recipiente y

vemos que se desprende un jugo rojo, solemos suponer que es sangre. Contra nuestra intuición, sin embargo, no lo es. No podría ser puesto que, en la faena, los animales se desangran completamente antes de proseguir el proceso. Ese líquido que vemos es el contenido de las células musculares; es decir, agua con proteínas. Entre ellas, está la mioglobina, cuyo color es igual al de la hemoglobina (proteína que da su tonalidad a la sangre).

El tejido conectivo

Como es fácil deducir, el tejido conectivo… conecta. Su función es unir los músculos con los huesos y a las células musculares entre sí, dándoles contención y rigidez. Si volvemos a la analogía de la soga de *bungee jumping*, el tejido conectivo, al ser menos elástico que las fibras musculares, impide que esta soga-músculo se estire de más y se corte. Entre las proteínas que lo conforman, las principales son el colágeno, la elastina y la reticulina.

Los músculos que cumplen funciones de sostén o que realizan mayores esfuerzos tienen mayor cantidad de tejido conectivo. Por otra parte, a medida que un animal va envejeciendo, el tejido conectivo se hace más compacto, y por lo tanto, más rígido; además, aumenta en cantidad. Es decir que los músculos que soportan un peso permanente tendrán mayor cantidad de tejido conectivo y, a su vez, este será más duro a medida que el animal envejece.

Cambios *post mortem*

Luego de que se sacrifica (faena) un animal, se desarrolla el llamado “*rigor mortis*” o

“rigidez cadavérica”, un estado de contracción muscular que ocurre con posterioridad a la muerte, cuando ya no hay respiración ni circulación sanguínea. Dado que se termina la producción de ATP (la mayor fuente de energía para la síntesis de macromoléculas complejas), una vez agotada la poca reserva energética del músculo, este no puede volver a relajarse: se ha formado un complejo molecular llamado “actomiosina” (unión de actina y miosina), en el que las proteínas contráctiles quedan unidas en estado de contracción de forma irreversible.

Si ya se ha establecido la rigidez, la contracción muscular será muy significativa. Es por esta razón que los animales se consumen inmediatamente después de su muerte, o bien luego de que ocurra un proceso celular interno llamado “maduración”. Hoy en día, la carne

que llega a nuestra mesa está madurada, ya que mayormente se trata de animales que no son faenados ni en el mismo lugar ni por las mismas personas que van a consumirlos.

Ahora bien, ¿qué significa que la carne "madure"? Volvamos hacia atrás y sigamos el proceso *post mortem* de cerca. Luego de la faena, ocurren en el músculo cambios bioquímicos que lo transformarán en carne; aun después de la muerte del animal, sus células siguen viviendo un tiempo. Como los sistemas respiratorios y circulatorios ya no las proveen de nutrientes, consumen primero el oxígeno que tenían acumulado y luego buscan otras formas de supervivencia. En los músculos en particular, las células comienzan a consumir glucosa y a producir ácido láctico, lo que desencadena una serie de procesos químicos que culminan en la contracción muscular (en el famoso *rigor mortis* que mencionamos).

Con o sin oxígeno

Existen dos tipos de células musculares: las de contracción rápida y las de contracción lenta. Las células de contracción rápida poseen mayor cantidad de glucógeno (que es una forma de almacenar energía en cadenas de glucosa), mientras que las células de contracción lenta y sostenida poseen mayor cantidad de mioglobina. El trabajo aeróbico se caracteriza por una contracción lenta pero que puede sostenerse en el tiempo; por tal razón, para su realización alcanza perfectamente con el oxígeno que transporta la sangre. Ahora bien, cuando hace falta un gran esfuerzo rápido, la generación de energía aeróbica no alcanza (porque no es suficiente el aporte de oxígeno de la circulación) y,

por lo tanto, se consume el glucógeno que fue almacenado dentro de las células.

Cuando hay suministro de oxígeno, la generación de energía para la contracción y relajación lo consumirá, y generará dióxido de carbono y agua.

Este endurecimiento, sin embargo, puede revertirse si simplemente se deja "reposar" o

"madurar" la carne. El proceso de maduración es una combinación de transformaciones que ocurren en el músculo del animal luego del faenado, y que le proporciona a la carne propiedades de color,

terneza, desarrollo de aroma y cambios en la textura.

Mientras haya glucosa en las células musculares (almacenada en forma de glucógeno, que sería el “almidón” animal), se seguirá produciendo ácido láctico y esto provocará la disminución del pH de la carne; es decir, el aumento de la acidez (el gusto de las carnes maduradas durante mucho tiempo es más ácido). Esto permitirá que las enzimas que rompen proteínas puedan actuar sobre la carne. Imaginemos a las enzimas como pequeñas tijeras que van separando las cadenas proteicas hasta lograr que el músculo se relaje y que las proteínas tengan la oportunidad de asociarse con el agua. La ruptura de proteínas, a su vez, libera pequeños compuestos que estimulan nuestro gusto y olfato, y le dan a la carne ese sabor característico del que antes carecía. En suma, entonces, la maduración de la carne mejora su terneza, incrementa la retención de agua durante la cocción y aumenta su sabor. El método y el tiempo de maduración que cada cultura consideran adecuados varían enormemente en diferentes partes del mundo. A su vez, la globalización y las decisiones de algunos restaurantes han cambiado (por lo menos en nuestro país) el gusto por aceptar solamente carnes poco maduradas.[12]

Antes de la faena

La maduración de la carne está relacionada con el estado del animal antes de la faena.

La maduración sucede si los músculos del animal tienen completos los depósitos de glucosa (en forma de glucógeno). Para eso, los animales deben llegar a la faena descansados y sin estrés. Es por este motivo que se procura que descansen antes de ser sacrificados y que no perciban el peligro, de lo contrario, se genera la llamada “reacción de alerta”: como si se prepararan para la huida, los músculos se contraen y comienzan a consumir glucosa. Si esto sucede, la maduración no será completa.

Repasemos: la maduración es la etapa en que las enzimas son liberadas y rompen las proteínas, lo cual trae como consecuencia la relajación y la mejora en la retención de agua. Para que las enzimas sean liberadas, la acidez dentro de la célula deberá haber aumentado lo suficiente, lo que depende de la cantidad de glucógeno presente antes de la faena.

Métodos de maduración

Existen dos métodos principales de maduración de carnes: la maduración en seco o *dry aged beef* y la maduración húmeda. La maduración en seco fue la principal hasta el advenimiento de las técnicas de envasado al vacío en los años setenta.[13] Sin embargo, volvió a tener un florecimiento en los últimos diez años: las carnes maduradas en seco, en efecto, se han puesto de moda como delicadezas gourmet. El proceso consiste en madurar la carne entre 0 y 4 ºC, generalmente a 2 ºC, sin cubrir, con una humedad ambiente de entre 75 y 85%, con circulación de aire alrededor de cada pieza (puede ser con o sin hueso), durante como mínimo catorce días. Los tiempos varían mucho, y algunos restaurantes llegan a hacerlo incluso durante tres a seis meses.

Por otro lado, la maduración húmeda consiste en envasar al vacío los cortes una vez despostado el animal y mantenerlos durante al menos quince días (pueden llegar a ser un par de meses) a una temperatura que oscila entre los 0,5 y los 3 ºC. La baja temperatura previene el crecimiento microbiano y el envasado al vacío impide que la carne se seque. Mientras tanto, los procesos enzimáticos internos continúan, generándose los aromas y el aumento de la retención de agua.

Podemos decir que la gran diferencia entre estos dos procesos es la pérdida de agua que se da, durante el período de la maduración en seco, en el exterior de las piezas (las partes secas se desechan antes de servir); esto a su vez provoca una concentración de los sabores generados. Al estar expuesta la carne al oxígeno, hay también mayor oxidación de las grasas y, en consecuencia, una ligera (y a veces no tan ligera) rancidez en el sabor.

Algunas carnes se maduran con el hueso, lo que hace que exista menor pérdida de agua y, dado que la médula ósea es fundamentalmente lipídica, se da una migración de sabor hacia la carne.

La opinión de los expertos

En Buenos Aires uno se puede dar el lujo de comer una carne excelente y cocinada a la perfección. Algunos restaurantes especializados incluso maduran las carnes ellos mismos. Con el objetivo de saber qué decisiones tomaba cada uno con relación a este tema, me di el lujo de entrevistar a Pablo Rivero (Don Julio), Gastón Riveira (La Cabrera), Pedro Barguero (Chila) y a Juan Gaffuri (Elena - Four Seasons Buenos Aires).

Gastón Riveira, de La Cabrera, elige novillos de dieciocho meses, de raza Angus y de 450 kg en pie, ya que considera que tienen una adecuada grasa intramuscular y externa.

No madura la carne porque considera que la carne argentina no necesita más maduración de la que exige el Senasa[14] (es decir que en veinticuatro horas baje la temperatura de 37 a 7 ºC, teniendo en cuenta que se recibe unos siete días luego de ser faenada) y que ya es tierna. Cuenta que, en sus comienzos, de cada tren de bife que recibía en el restaurante, cortaba una pequeña porción y la cocinaba antes de aceptarlo.

Hoy, luego de tantos años, pudo establecer una relación de confianza con el proveedor y evita este paso. La Cabrera fue uno de los primeros restaurantes en mostrar carnes que se estaban madurando en seco en una pequeña heladera en medio del salón. El objetivo fue darle un adicional a la experiencia gastronómica. Lo hace solamente durante unos diez u once días, ya que la pérdida de peso por la evaporación del agua, sumada a la oxidación de las grasas, no es para todos los paladares.

Por su parte, Pablo Rivero, del restaurante Don Julio, elige novillos de tres años, de entre 480 y 520 kg, que estén en la etapa de los seis dientes y de las razas Hereford y Angus. El 90% de la alimentación de los animales se hace a pastura a través del sistema de la "ganadería regenerativa". Esto implica una ganadería extensiva pero planificada para no promover la desertificación ni el agotamiento de los suelos y permitir, por el contrario, la regeneración de la tierra y las pasturas.

Los tiempos de maduración son distintos para cada corte, con el fin de evitar la desecación y no desperdiciar ni un pedacito de cada animal. En el caso de los bifes, se cuelgan enteros durante una semana a una temperatura promedio de 2 ºC, luego se saca el hueso y la tapa para, finalmente, envasar el tren de bife al vacío, donde permanece unos quince días (para cada corte varía el tiempo). La intención es lograr la mayor terneza sin que cambie el perfil de sabor debido a la oxidación.

La carne del restaurante Chila,[15] a cargo de Pedro Barguero, proviene de animales que pesan entre 400 y 450 kg. Aquí sí se hace maduración en seco. Al llegar al restaurante, la carne ya estaría lista para consumir. El tren de bife entero se madura entre cincuenta y sesenta días. En este tiempo, pierde aproximadamente un 10% de

agua, aunque lo recubren con grasa para evitar mayor desecación y para que, a su vez, la oxidación de la grasa transfiera el sabor a la

carne del animal. Para este proceso, se mantiene en una cámara con un 70-75% de humedad, entre 2 y 3 ºC con ventilación fuerte forzada. Lo que más aprecia Barguero de un buen madurado es la terneza que se alcanza y el sabor de la grasa. Opina que un bife sin grasa se siente seco, no tiene el *blend*. "La grasa es la magia del madurado en seco", dice.

Juan Gaffuri, chef ejecutivo del restaurante Elena del hotel Four Seasons Buenos Aires, también elige la maduración en seco. Utiliza principalmente animales Angus de 480 kg en pie o genérico. "Nuestra evolución de los últimos años fue empezar a trabajar con animales de otras razas y otros tamaños y tipo de alimentación, buscando así cambiar el concepto de que comemos 'carne' [en un sentido genérico]; queríamos mostrarle al cliente opciones diferentes", dice.

Por ejemplo, un animal Shorthorn, capado de adulto (dieciocho meses) y alimentado a pastura, genera un sabor totalmente diferente a un novillo Angus de 480 kg con alimentación combinada. Se maduran en seco durante cuarenta y cinco días el Angus y sesenta días el Shorthorn. La pérdida de peso es de aproximadamente un 20%.

Desarrollan un sabor más dulzón debido al madurado en seco y a levaduras y hongos en el exterior. El restaurante ofrece también los mismos cortes o el mismo tipo de carne sin ese proceso para dar un abanico de opciones al cliente y para que pueda apreciar el cambio de sabor y textura.

Cambios durante la cocción de la carne

Como planteamos al principio del capítulo, los cambios que se producen durante la cocción de la carne están fundamentalmente ligados a las modificaciones en las diversas proteínas que forman parte del tejido muscular. Aquellos factores que pueden afectar a las proteínas (y por lo tanto, modificar su forma) son el calor, los ácidos, las sales y el movimiento mecánico. Este cambio en la estructura molecular se denomina, como ya hemos visto, "desnaturalización". Cuando las proteínas desnaturalizadas se unen entre sí, se produce la coagulación.

Tabla 2.1. Efectos del calor sobre la estructura de las proteínas **Temperatura Proteínas miofibrilares**

Tejido conectivo

Mioglobina

(da Agua

ligada

a

las

color)

proteínas

40-45 ºC

Comienzan a cambiar de forma.

Sin cambios.

Sin cambios.

El agua se desprende de las proteínas, pero

queda aún dentro de la célula.

La miosina comienza a desnaturalizarse.

El

desprendimiento

de

agua

y

la

50 ºC

acumulación se acelera.

La miosina se desnaturaliza.

55 ºC

Otras

proteínas

(sarcoplásmicas)

se

El colágeno se contrae y

Comienza a desnaturalizarse y

El agua escapa de las células debido a la

60 ºC desnaturalizan y coagulan.

exprime las células.

cambiar de color.

presión del colágeno.

Cada vez hay menos agua en las células.

65 ºC

El colágeno comienza a

Finaliza la desnaturalización y

No sale más agua de las células.

70 ºC

disolverse.(*)

coagula.

La actina se desnaturaliza y coagula. El

80 ºC contenido celular es compacto.

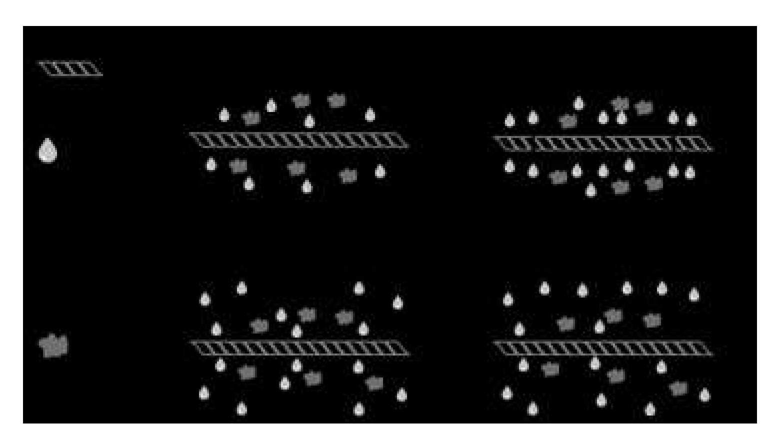
(*) A temperaturas menores de 70 ºC, dejándolo muchas horas, también se disuelve el colágeno. Véase el apartado

“Cocción al vacío”, al final de este capítulo.

Fuente: H. McGee (2014), *La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida*, Barcelona, Debate.

Las proteínas que conforman la carne se desnaturalizan a distintas temperaturas y son afectadas de diferente manera por los ácidos y las sales. Así, a medida que aumenta la temperatura a la que se lleva un corte de carne, la textura, el color y el contenido de agua van cambiando.

Cada célula está formada (al igual que el cuerpo humano) por un alto porcentaje de agua (entre un 60 y 70%); sin embargo, cuando se pincha una célula el agua no sale a



borbotones… Esto es así porque el agua está retenida en distintas estructuras formadas por proteínas; podemos imaginar la célula como un globo con esponjas mojadas en su interior.

Para describir los cambios que le van ocurriendo a un corte de carne durante la cocción pensemos que la célula muscular, ese globo alargado lleno de esponjas mojadas, contiene, además, proteínas de

contracción, a las que podríamos pensar como una soga que también está reteniendo agua. A medida que aumenta la temperatura, las proteínas van modificando su estructura y perdiendo, en consecuencia, agua. Veamos en la tabla 2.1 los cambios que sufren por el calor las diferentes proteínas de la célula muscular, para luego relacionarlos con las texturas de los diferentes puntos de cocción.

Al cocinar una carne, no se observan cambios hasta los 40-45 ºC, cuando las proteínas miofibrilares empiezan a cambiar de forma. Este cambio se traduce en una consistencia más compacta, distinta de la carne cruda, aunque a simple vista aún se parezcan.

Figura 2.2. Efecto del calor sobre las células musculares

A los 50 ºC, a medida que las proteínas contráctiles (que habíamos imaginado como una soga) comienzan a desnaturalizarse, la soga se va estrujando y el agua se desplaza hacia el interior del globo-célula.

Ahora bien, si en este momento cortamos la carne, observaremos que sale abundante líquido, lo que no habría sucedido si la cortábamos cuando todavía estaba cruda. A los 55 ºC este efecto sigue avanzando debido a que la miosina, parte de las proteínas

contráctiles, coagula. Al perder agua, la soga se hace más compacta y, por lo tanto, más resistente a la masticación. Es decir, la carne va perdiendo terneza.

Sigamos aumentando el calor: a los 60 ºC las proteínas que forman las esponjas se desnaturalizan, “estrujando” la esponja y liberando más agua dentro de la célula.

Por otra parte, a esa temperatura el colágeno que rodea la célula hace presión y, como consecuencia, el agua escapa de la carne y se pierde (es el efecto que se observa cuando, al cocinar un bife, en la parte de la plancha que no está en contacto con el calor, se ve líquido rojo). [16] La carne exudará menos líquido al ser cortada, porque este ya pasó al medio de cocción.

Si la temperatura sigue aumentando, estos efectos no hacen sino incrementarse y la carne se vuelve cada vez más seca. Si la cocción se prolonga aún más, el duro colágeno irá desarmándose lentamente

hasta convertirse en una gelatina que retiene agua.

Entonces, en este carrusel de puntos de cocción, la carne estará nuevamente tierna.

Estas cocciones largas son típicas de los cortes “de tercera” (que tienen mucho colágeno), como el osobuco, el rabo, la tortuguita o el *roast beef*.

Es importante tener en cuenta que el punto de cocción en general se evalúa por el color de la carne. Este variará a medida que la mioglobina se vea afectada: pasará del rojo al rosa a los 62 ºC y a los 68 ºC, del rosa al marrón. Sin embargo, la pérdida de agua ocurre durante todo el proceso y se incrementa a medida que aumenta la temperatura. Es por esta razón que idénticos colores de carne pueden contener más o menos agua y resultar, por lo tanto, más o menos jugosos. Resumiendo: cuando los cortes se cocinan entre 62-67 ºC, tendrán el mismo color rosado, y si se cocinan a más 68 ºC, un color marrón, pero a mayor temperatura, menos agua permanecerá en la fibra haciendo la carne cada vez menos jugosa y más dura.

Factores que afectan el resultado de la cocción

La temperatura final de cocción

Como explicamos previamente, la temperatura final interna de la carne afectará la capacidad de retención de agua de las células musculares y el grado de contracción del colágeno que las rodea (y, por lo tanto, la textura). La lógica es la siguiente: a mayor temperatura final, menos agua contenida en las fibras musculares y, como consecuencia, una textura más firme a la masticación. A su vez, la temperatura alcanzada por el corte también afectará el color, puesto que el calor provoca la desnaturalización de la mioglobina, responsable del color de las carnes.

Reposo

Muchos especialistas aconsejan dejar reposar la carne antes de servirla para que se distribuyan los jugos. En realidad, lo que ocurre es que el calor de las porciones más calientes se transmite a las porciones más frías y, de este modo, se emparejan las temperaturas a las que fueron sometidas las proteínas; como consecuencia, disminuyen las diferencias de puntos de cocción entre una parte y otra del corte, pero no hay ninguna migración de líquido de una región a otra.

El reposo debe hacerse en un lugar tibio y, como regla general, durante la mitad del tiempo que ha durado la cocción. Se podrá observar luego del reposo que, al cortar la carne, saldrá menos jugo. Lo que ha ocurrido es que algunas proteínas volvieron a atrapar agua y retenerla dentro de la carne.

Veamos las características de los puntos tradicionales de cocción:

Tabla 2.2. Puntos de cocción

Punto

Temperatura interna Características

Saignant

• Color: igual al de la carne cruda.

45 ºC

[vuelta y vuelta]

• Textura: un poco más firme que la carne cruda (ya que, por efecto del calor, el músculo se contrae).

• Contenido de agua: pierde alrededor de un 5%.

Blue

45-55 ºC

• Color: rojo intenso, ligeramente diferente al de la carne cruda.

[jugoso]

• Textura: firme, y al masticar, se libera agua en la boca.

• Contenido de agua: pierde alrededor de un 15%.

Â point

55-60 ºC

• Color: rosa pálido.

[a punto]

• Textura: cada vez más firme y se libera menor cantidad de agua en la boca.

• Contenido de agua: pierde alrededor de un 20%.

Cuit

60-65 ºC

• Color: marrón rosado suave.

[cocido]

• Textura: cada vez más firme, se libera poca agua en la boca.

• Contenido de agua: pierde alrededor de un 25-28%.

Bien cuit

más de 65 ºC

• Color: marrón.

[bien cocido]

• Textura: correosa, firme, seca.

• Contenido de agua: pierde por lo menos un 35%.

El tiempo de cocción

El tiempo de cocción afectará la terneza en aquellas carnes que posean mucho colágeno.

Si el tiempo es prolongado y la temperatura es por lo menos de 60 ºC, el colágeno se irá transformando en gelatina; es decir que las fibras musculares pasarán de estar cementadas entre ellas por un pegamento firme a estar unidas por una sustancia gelatinosa, que se disolverá a la temperatura de la boca y facilitará la masticación.

Ahora bien, si una carne tiene poco colágeno, es un pecado cocinarla mucho tiempo, ya que se pierde terneza y jugosidad y no hay colágeno que pueda transformarse en gelatina.

Terneza

La terneza se define en relación con el grado de dificultad o facilidad que presenta la masticación de un alimento. En el caso de una carne cocida, la terneza dependerá de dos parámetros: la cantidad de agua y el colágeno. Cuanta más agua se haya retenido dentro de las fibras musculares, más fácil será romper las proteínas al masticar (pensemos que es más fácil cortar una soga poco compacta que una muy compacta). Por lo tanto, a menor punto de cocción (y más agua), obtendremos mayor terneza para el mismo corte.

Con respecto al colágeno, hay que tener en cuenta dos factores: por un lado, la cantidad de este componente en el músculo y, por otro, el tiempo de cocción. Cuanto mayor sea la cantidad de colágeno, más dura será la carne cocida. Sin embargo, a mayor tiempo de cocción, mayor será la cantidad de colágeno transformado en gelatina y, por lo tanto, al masticar será más fácil separar las fibras entre sí y el corte será más tierno.

En suma, la cocción de la carne dependerá de un delicado balance entre la pérdida de agua, el endurecimiento de las fibras contráctiles y el ablandamiento del colágeno. La habilidad del cocinero consistirá en detectar cuál es la combinación más adecuada para cada corte de carne y cada plato que quiera preparar.

El dorado o sellado

El dorado o sellado produce un efecto fundamental sobre el sabor y la percepción de jugosidad de una carne. Cuando se somete una carne a temperaturas muy altas (superiores a los 140 ºC), ocurren cambios que generan nuevas sustancias en la superficie, las cuales aportan a su vez nuevos sabores. Estos cambios se deben a la denominada “reacción de Maillard”: durante este proceso, los azúcares presentes reaccionan con los aminoácidos gracias a la acción del calor y provocan una reacción en cadena, que hace que las sustancias formadas vayan asociándose unas con otras y den como resultado más de doscientas moléculas sápidas (poseen sabor), aromáticas (poseen aroma) y coloreadas (poseen color). Sí, una fiesta para los sentidos. El resultado final dependerá, sin embargo, de muchísimos factores: grado de acidez, humedad, temperatura de calentamiento, tiempo, tipo de carne, aderezos y tratamiento previo.

La jugosidad

La jugosidad es la sensación en la boca producida por la carne al masticar. Es decir, es una evaluación sensorial, una percepción. Una carne con poco contenido de agua no está necesariamente condenada a ser poco jugosa, ya que la cantidad de agua es solo uno de los factores que afecta la jugosidad; esta sensación también depende del contenido de grasa intramuscular y de los sabores generados durante la reacción de Maillard.

Uno de los efectos más fantásticos de estas sustancias sabrosas es la sensación de jugosidad; por eso, las carnes doradas, aunque tengan el mismo contenido de agua que las no doradas (es decir, aunque hayan sido cocinadas hasta la misma temperatura), parecen más jugosas. La jugosidad dependerá entonces no solo del contenido de agua del producto, sino también de las sustancias que provoquen salivación.

El tipo de animal

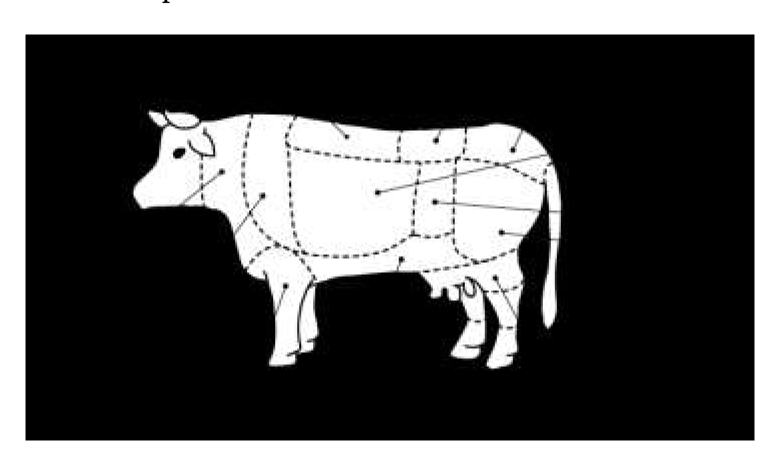
Aun cuando hablemos de un mismo tipo de animal –la vaca, por ejemplo–, las razas, la forma de crianza y la edad imprimirán diferencias en las características organolépticas[17] de la carne. Por ejemplo, que los animales se desplacen o no para conseguir el alimento hará que sus músculos estén más o menos ejercitados y, por lo tanto, que tengan mayor o menor firmeza de acuerdo con la cantidad de colágeno. En los extremos de crianza, podríamos comparar el Kobe con un vacuno de una zona montañosa (véase el próximo apartado, “Kobe *versus* raza de montaña”). La edad, por su parte, también incide en la firmeza, ya que a medida que un animal crece, los músculos deben sostener un cuerpo más grande y, por lo tanto, el colágeno presente en ellos es cada vez más firme, además de aumentar en cantidad.

Kobe *versus* raza de montaña

El Kobe es un tipo de vacuno criado en Japón de una manera muy particular. Los animales no pueden desplazarse (por lo tanto, no ejercitan los músculos) y reciben masajes a diario. La carne resultante es increíblemente tierna (y cara) debido a todos los cuidados que se realizan durante la crianza. Además, tienen una gran cantidad de grasa intramuscular lo que la hace aún más tierna. Completamente opuesto es el caso de los animales criados en zonas montañosas, que

deben caminar, en subida y bajada, para conseguir su alimento. Estos tendrán obviamente músculos con un gran desarrollo de colágeno y, por lo tanto, mucho más firmes.

Por otro lado, si bien los principios básicos descriptos en este capítulo se aplican a todos los músculos de los animales, cada uno de ellos tendrá las particularidades de la



función que realice (nadar, volar, caminar). En el caso de los peces, por ejemplo, la estructura muscular es muy distinta a la de las vacas ya que, al flotar, no necesitan un colágeno firme para evitar que sus músculos se desarmen. En el caso de las aves, la firmeza de la carne dependerá de si el ave vuela o no: las pechugas de las aves que vuelan (por ejemplo, el pato) son fuertes y rojas, y las de las aves que no vuelan (pensemos en el pollo) son claras y tiernas. Otro es el caso de los animales de caza, que al necesitar caminar y correr para obtener el alimento y huir de los depredadores, tienen una carne más dura.

El tipo de músculo

Hemos dicho que cada músculo contendrá distintas proporciones de colágeno según la función que ejerza, y que de esto dependerá la terneza del corte. Así, los músculos que más se ejercitan, como los de las patas, o aquellos que tienen que contener los órganos, como el matambre, serán más duros. En cambio, cortes como el lomo (que simplemente funciona como una almohada protectora de las vértebras) resultan tiernos.

Los cortes con mucha cantidad de colágeno tenderán a utilizarse para cocciones largas; es decir, se privilegiará la terneza en detrimento de la jugosidad propia de las cocciones clásicas.

Figura 2.3. Músculos y cortes del animal

Tratamientos previos a la cocción

El resultado de la cocción también dependerá de las operaciones previas que se realicen en la cocina, con el objetivo de lograr terneza y/o modificar el sabor. Podemos dividir estos tratamientos en dos categorías: mecánicos y fisicoquímicos.

Tratamientos mecánicos

Dado que la dirección de las fibras es la dirección de la contracción del músculo, según cómo se corte una carne, esta será más o menos difícil de masticar. Si la carne se corta en la dirección de las fibras, tendremos como resultado un conjunto ininterrumpido difícil de masticar. Por el contrario, si se hace un corte perpendicular a las fibras, habrá, en vez de largos cordones, pequeños pedacitos unidos mucho más fáciles de separar con los dientes.

Otro método es picar la carne o directamente golpearla para romper las fibras y su

“pegamento” haciendo bifes delgados. Ponemos esta estrategia en acción por ejemplo en el famoso golpeteo de las milanesas antes de empanarlas, o en el corte fino del peceto para un *vitel toné*. En los Estados Unidos, incluso existe un aparato dotado de múltiples cuchillas que realizan muchos cortes en la carne para facilitar la masticación.

Tratamientos fisicoquímicos

Con enzimas. Algunos vegetales, como el ananá, el kiwi, la papaya, el jengibre o el higo, tienen enzimas (proteínas con capacidad de acelerar las reacciones químicas) que rompen otras proteínas y ablandan las carnes. Según cuál sea su origen, las enzimas actuarán a distintas temperaturas. La más popular es la papaína, proveniente de la papaya, que está presente en los “tiernizantes” o “tenderizadores” (del inglés, *tender*) comerciales. Al utilizar enzimas se debe tener en cuenta que, si se las deja actuar más tiempo del recomendado, el grado de destrucción de las proteínas estará tan avanzado que la carne dejará de tener la textura esperada y se volverá desagradable. Para evitar llegar a este punto, por lo general las enzimas se aplican

durante la cocción y es necesario alcanzar la temperatura en la cual se inactivan (desnaturalizan), para frenar el efecto e impedir que la carne se transforme en un puré. En el caso de la papaína, esta temperatura se ubica entre 77-85 ºC y, en el caso de la bromelina (ananá), alrededor de los 71 ºC.

Pollo a la hawaiana (o cómo cometer errores por falta de ciencia)

El pollo a la hawaiana es un guisado de pollo, uno de cuyos ingredientes es el ananá.

Para la elaboración del plato, se cocina el pollo junto con el ananá fresco en trozos hasta que toda la preparación alcanza una temperatura superior a los 71 ºC, momento en que las enzimas se inactivan y cesan su efecto.

Un cocinero (¡no daremos nombres!), que desconocía este proceso químico, cometió el grave error de agregar ananá fresco al guiso una vez terminada la cocción. Como la temperatura de toda la preparación ya estaba por debajo de los 70 ºC, las enzimas del ananá agregado no se inactivaron sino que, por el contrario, siguieron trabajando hasta que el guisado se enfrió totalmente. Cuando el cocinero quiso servir el plato, este se había convertido en una especie de puré de pollo con trozos de ananá: las enzimas no habían interrumpido nunca su trabajo y habían seguido destrozando las proteínas…

Marinados y maceraciones. Según el *Larousse gastronomique*, un marinado consiste en

“remojar en un líquido aromático un ingrediente, durante un tiempo determinado, para tiernizarlo y aromatizarlo. Esta práctica culinaria, también llamada ‘macerar y adobar’, es muy antigua: vino, vinagre, agua salada, hierbas y especias permitían no solamente suavizar el gusto muy fuerte de la carne de los animales cazados, sino también conservar durante más tiempo las piezas. Hoy en día se marinan los alimentos sobre todo para perfumarlos, aromatizarlos o reforzar su sabor”.

El ceviche

El ceviche es un plato tradicional de las costas del Perú. Para su realización, se corta el pescado crudo, se lo marina con jugo de limón y luego se le agregan cebollas cortadas, papa dulce o batata, ají picante rocoto y un poco de cilantro.

Al probarlo, podemos percibir una textura muy similar a la del pescado cocido. Lo que produce este efecto es el ácido del limón sobre las proteínas de la carne: las proteínas se han desnaturalizado en un proceso químico similar al que sucede frente al calor, y por eso, mucha gente llama a este método "cocción por ácidos".

Ahora bien, el proceso no es idéntico. De hecho, esto supone un problema para los especialistas en inocuidad alimentaria, ya que si bien el efecto de los ácidos sobre las proteínas es el mismo que durante la cocción, no es equivalente para los microorganismos, que podrían estar presentes en el pescado crudo. Es decir, el calor es capaz de eliminar microorganismos y evitar las enfermedades transmitidas por los alimentos, mientras que los ácidos solo disminuyen la capacidad de reproducción microbiana, ¡no la eliminan!

Ácidos. Una práctica muy común es sumergir la carne en medios ácidos, como mezclas de vinagre y agua, o vino, con o sin hierbas aromáticas. Como ya vimos, por lo general el objetivo es tiernizar y aromatizar la carne. Durante este proceso, la penetración del marinado alcanza aproximadamente los 5 mm, según el tiempo y la temperatura. Si se utiliza vino, a las ocho horas podremos observar que la carne ha absorbido el líquido y ganado peso (si es vino tinto, se percibe además un notable cambio de color). Sin embargo, todo el peso obtenido se pierde en la cocción del producto marinado, y la terneza de la carne no aumenta. Es más, el exterior se percibe más seco que en un trozo no marinado. Este efecto se debe a la influencia de los ácidos sobre las proteínas del músculo: hacen que estas coagulen de manera tal que retienen menos agua. Dicho de otra forma, recordemos que el procedimiento con ácidos no ablanda las carnes ni las tierniza; simplemente les agrega sabor.

Bases o álcalis. En la cocina china es habitual, en los salteados, dejar marinando las tiras de carne (de vaca o cerdo) en clara de huevo unos treinta o cuarenta minutos antes de la cocción, mientras se corta el resto de los vegetales. ¿Cuál es el efecto de la clara de huevo? Pues resulta que la clara de huevo puede tener un pH 9, es decir es alcalina, y algunos enlaces peptídicos, tanto del tejido conectivo como de las proteínas fibrilares, se rompen en esas condiciones. Esto trae como

consecuencia una carne tierna. El mismo efecto se puede lograr colocando la carne en agua con bicarbonato de sodio (que también da una solución ligeramente alcalina).

Aceites. Otra de las técnicas utilizadas es macerar la carne en aceite con especias o hierbas aromáticas. El objetivo de este tratamiento es aportar sabores al producto. Las sustancias sápidas y aromáticas por lo general son más solubles en medios no polares (aceites) que en medios polares (agua, vino, vinagre). Es por ello que, si colocamos las especias o hierbas en aceite, será más fácil que estas se impregnen en la carne (principalmente en la grasa) cuando la dejemos macerando.

Inmersión en agua salada. Mucho menos habitual y conocida (en nuestras latitudes) es la técnica de sumergir las carnes en agua salada o inyectarles esta solución. El resultado dependerá de la concentración de sal en la que se sumerja el producto y del tiempo de la inmersión. Por lo general, este procedimiento busca aumentar la jugosidad de la pieza al término de la cocción. Para lograrlo, la concentración de sal debe oscilar entre un 4-6%. Si se coloca una proporción mayor, aun tratándose de un medio líquido, observaremos un efecto de desecado por ósmosis (dado que la concentración interna de sal es inferior a la exterior, sale agua de las células para equilibrar las concentraciones a ambos lados de la membrana celular). Si para un trozo de pollo se realiza la marinada en una solución de 4% de sal en agua (40 g por litro de agua), luego de la cocción notaremos que la pérdida de peso es de alrededor de un 10% menos (en relación con el peso que tendría de no haberse marinado), y sobre todo, que la jugosidad es mayor.

Este efecto se produce porque esa concentración de sal permite que las células externas absorban agua mediante el siguiente mecanismo:

□

La mayor concentración de sal en el exterior genera la entrada de sal a las células.

□

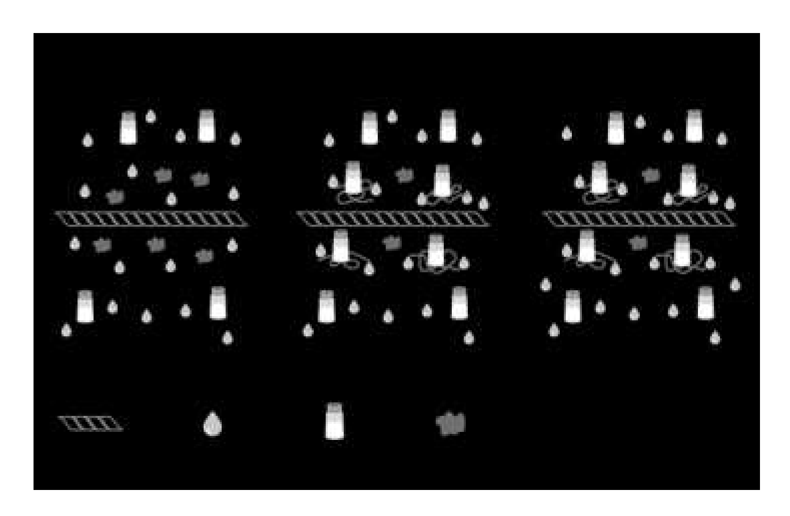
La entrada de sal provoca un efecto sobre las proteínas de la célula muscular, las cuales cambian de forma y llegan a absorber más agua que antes y la retienen durante la cocción.

□

Esta mayor capacidad de retención de agua de las proteínas disminuye el agua libre dentro de la célula.

La disminución del agua libre provoca a su vez que la concentración de sal interna aumente, lo cual genera el ingreso de agua (por ósmosis) para balancear las concentraciones. li>

Figura 2.4. Efectos de una solución salada sobre las células musculares. Proceso de ósmosis



Al realizar una marinada salada, la sal penetra en las células, las proteínas se desnaturalizan y atrapan agua.

Finalmente, el agua ingresa a las células.

El *brine* (salmuera) y el pavo del Día de Acción de Gracias El pavo cocido, plato que forma parte del tradicional festejo norteamericano, es un gran desafío: al ser una pieza muy grande y con huesos, la transferencia de calor difiere en sus distintas partes. Por ejemplo, si las patas están bien cocidas, la pechuga estará seca.

Para contrarrestar este problema, es muy habitual que las recetas recomienden realizar la inmersión de la pieza en una solución salada una noche antes de la cocción. De esta forma, aunque la pechuga haya llegado a una temperatura bien alta de cocción (superior a los 74 ºC), será jugosa.

Al igual que en las marinadas ácidas, este efecto tiene un grado de penetración de no más de 5 mm, pero al ser la parte externa la que se

deseca más en la cocción, se perciben cambios tanto en la degustación como en el peso.

Ribs: la magia de la sal y el humo líquido

El plato de costillas de cerdo (*ribs*, en inglés) a la barbacoa se ha internacionalizado. En el método tradicional estadounidense, las costillas de cerdo se ahúman y cocinan a baja temperatura en un horno ahumador, para luego dorarlas y aderezarlas con salsa barbacoa. Sin embargo, ya no es la única alternativa; el mundo moderno nos trajo la novedad del “humo líquido”, una solución acuosa con los aromas y sabores del ahumado. Si bien es increíblemente efectivo, uno de los problemas que puede traernos es que, al inyectar humo líquido en las piezas de carne, el sabor puede quedar demasiado concentrado en algunas porciones y estar ausente en otras. Pero a no alarmarse, aquí les ofrecemos una solución: aprovechando la maravilla de la difusión de agua y sal, ¿por qué no incorporar humo líquido diluido para que sea arrastrado por el agua al ingresar a la carne? Luego de varias pruebas, hemos dado con una receta ideal.

Ingredientes

- Sal fina: 160 g
- Humo líquido: 70 cm3
- Costillas de cerdo con hueso
- Salsa barbacoa: c/n

Procedimiento

1.

Disolver 160 g de sal fina en 4 l de agua y agregar unos 70 cm3 de humo líquido (seguramente esta proporción de humo variará con las marcas).

2.

Sumergir las costillas en esta mezcla y dejarlas en la heladera durante doce horas.

Recomendamos, en lo posible, colocarlas sobre una rejilla, así la difusión ocurre tanto en la parte superior como en la inferior.

3.

Transcurridas esas doce horas, cocinar las costillas a unos 160 ºC en el horno, tapadas con papel aluminio o con una tapa, hasta que estén súper tiernas (los huesos deben desprenderse de la carne fácilmente). Una vez transcurrido ese tiempo, pintar con salsa barbacoa, sacar la tapa y aumentar la temperatura del horno para dorar.

Recuerden controlar el dorado ya que la salsa barbacoa se carameliza fácilmente por

tener azúcar en su composición y puede dar un sabor amargo. Demorará entre cinco y quince minutos más antes de que estén listas. Y luego, ¡a disfrutar!

Los métodos de cocción

Existen muchas maneras de cocinar una carne. Las diferencias radican en la forma de transmisión del calor, la temperatura, el tiempo y la humedad del medio de cocción.

Para entrar en tema de modo sencillo y práctico, describiremos lo que ocurre durante la cocción en los distintos métodos.

Sellado o sin sellar

Durante mucho tiempo se sostuvo la creencia de que, si la carne se sellaba, los jugos se conservaban en su interior. Se suponía que la costra formada “sellaba” los poros de la carne, y que gracias a este procedimiento, los jugos se mantenían dentro de la carne durante la cocción. Lamentamos decepcionarlos, pero en realidad, la carne no

tiene poros y, por lo tanto, no hay manera de cerrarlos. Ahora bien, ¡la jugosidad sí es real! Si comparamos un trozo de carne sellado y otro sin sellar, y ambos se cocinan hasta la misma temperatura interna final, aquel que ha sido sellado resultará más jugoso al degustarlo. Sin embargo, si pesamos ambos pedazos antes y después de cocinarlos, observaremos que la pérdida de agua (jugos) es porcentualmente la misma. ¿Y bien?

¿De dónde viene la mayor jugosidad?

Para entender el efecto del sellado sobre la jugosidad primero es necesario recordar que esta es la sensación de humedad en la boca que provoca un alimento. Por lo tanto, como ya hemos dicho, no solo dependerá del contenido de agua del producto sino también de la existencia de sustancias que estimulen la salivación. A partir de esta definición, podemos concluir que si la carne sellada resulta más jugosa al paladar y ambos cortes han sido cocinados hasta alcanzar la misma temperatura interna (tienen el mismo contenido de agua), la diferencia de percepción se debe a las sustancias generadas por el sellado. Evidentemente, algunas de ellas provocan la salivación, y por eso una carne sellada será más jugosa sin tener más agua retenida.

Cocción en una plancha

Cuando cocinamos un pedazo de carne en una plancha, la colocamos sobre una superficie a una temperatura lo suficientemente alta, para que la parte externa se caliente y deseque hasta dar lugar a la reacción de Maillard (a través de la cual la carne

se dora o se “sella”). En este proceso, el calor se irá transmitiendo desde la superficie caliente (el lado que está sobre la plancha) hacia la zona fría. En general, una vez que se logró el sellado de un lado, se da vuelta la carne para dorarla del otro: así, los cambios que trae el calor se van transmitiendo en sentido inverso.

Si cortamos la carne apenas terminada la cocción, notaremos –al observar el color– un gradiente de puntos de cocción desde los bordes o la superficie hacia el centro. Cuanto mayor sea la temperatura de la plancha y menor sea el tiempo de sellado, más evidente será la diferencia. El cocinero habilidoso logra detener la cocción antes de obtener el punto deseado para que, mientras deja reposar la carne, el calor se transmita desde los bordes hacia el centro y termine de cocinarla.

En este tipo de cocciones, las fibras musculares pierden agua por los

procesos internos que afectan a las proteínas y por desecación de la superficie, pero el tejido conectivo se mantiene inalterado debido al corto tiempo de cocción. Por lo tanto, este método se aconseja para cortes de carne que poseen poco colágeno, ya que si la carne es dura por la cantidad de colágeno que contiene, este tipo de cocción no logrará volverla más tierna.

Hervido

Cuando se hierve una carne, el calor le llega desde el medio líquido, aumentando su temperatura y produciendo cambios en sus fibras. A su vez, las membranas celulares se rompen por el calor y parte del contenido intracelular pasa al medio de cocción. Si el tiempo que se deja hervir la carne es lo suficientemente prolongado, el tejido conectivo se transformará en gelatina y las fibras se separarán fácilmente a medida que se ablande el pegamento que las une. Al haber estado sometidas a temperaturas cercanas a los 90

ºC durante un largo tiempo, las fibras musculares se habrán deshidratado totalmente y su color se habrá vuelto marrón. Preparada de este modo, la carne se volverá muy tierna pero no jugosa; por este motivo, este tipo de cocciones se utiliza para cortes con abundante cantidad de colágeno, en los que se prioriza la terneza en detrimento de la jugosidad.

Dado que parte del sabor de la carne pasa al medio de cocción, cuando se cocinan trozos pequeños es recomendable aprovechar el líquido en la receta. Tengamos en cuenta que cuando el pedazo de carne es grande, el efecto de pérdida de sabor no es tan evidente ya que la relación entre la superficie y el volumen de la carne es menor, y por lo tanto, hay menos pasaje de sustancias al medio de cocción.

Por otra parte, al hervir, no se generan los colores y sabores de la reacción de Maillard (ese dorado tan atractivo), ya que la temperatura nunca supera los 100 ºC y además hay mucha agua. Por esta razón, algunas recetas indican primero dorar los trozos de carne y recién después añadir el líquido a la preparación.

Cocción en horno

Este tipo de cocción presenta muchas variables que conviene considerar: la temperatura del horno, el tiempo de cocción, la humedad, la velocidad del aire, la ubicación de la fuente de calor, el tamaño y la geometría de la pieza que se va a cocinar (la humedad y la velocidad del aire solamente se pueden controlar en los hornos de

última generación). Como en las otras cocciones, lo primero que hay que tener en cuenta es cuál es la fuente de calor y cómo se transmite hasta la carne. Si el horno no tiene ventilación forzada, el aire cercano a la fuente de calor se calienta y se traslada hacia las partes más frías del horno, generando un movimiento de convección que transmite el calor hacia la pieza de carne. El aire es peor conductor de calor que el agua o las superficies metálicas, y por eso, la temperatura de la pieza se va elevando de a poco.

Por otro lado, si la carne está apoyada sobre un material metálico, la cocción será distinta en la superficie, ya que el calor se transmite mejor por conducción desde el metal hacia la carne que desde el aire caliente. Además, al carecer de humedad, el horno deseca la superficie y contribuye a que se produzca la reacción de Maillard o "pardeo"

si la temperatura es lo suficientemente alta. En definitiva, en un horno el calor se transmite desde el aire hacia la carne, y una vez más tendremos un gradiente de puntos de cocción desde la superficie de la carne hacia el centro, que presentará mayores diferencias si el horno está a alta temperatura y el punto final de cocción es bajo.

En aquellos hornos que poseen ventiladores internos, la temperatura del aire es pareja en todos los puntos; por lo tanto, si la carne se apoya sobre una rejilla, se logra una cocción uniforme desde la superficie hacia el centro.

En aquellos hornos que permiten cocinar con calor húmedo (la forma casera de lograrlo es incorporar una fuente con agua o envolver la carne en papel metálico o encerado, o en las bolsas plásticas especiales para horno), se observan diferencias tanto en la superficie (donde el dorado o sellado no ocurre) como en la necesidad de un menor tiempo de cocción (ya que el vapor transmite el calor mejor que el aire).

Fritura

En el caso de la fritura, el aceite se lleva a una temperatura de por lo menos 160-180 ºC.

La diferencia con el hervido no solamente reside en la temperatura sino en que, si lo

pensamos en términos de agua, se trata de un medio "seco", a pesar de su apariencia líquida. La transmisión de calor a través del aceite es más eficiente que a través del aire, por eso se utiliza para piezas pequeñas. Si, por el contrario, ponemos a freír piezas grandes, el exterior se quemará antes de que el interior alcance la temperatura

buscada.

Entonces, dos recordatorios básicos si freímos: aceite bien caliente y trozos pequeños.

La segunda tanda de dorado

¿Alguna vez advirtieron que, cuando se doran trozos de carne en tandas sobre una sartén, la segunda se dora más rápido? Esta observación, realizada por la Lic. Silvia Grünbaum, resulta lógica si aplicamos un poco de ciencia. Recordemos que, durante el sellado, se forman compuestos que van reaccionando unos con otros y generan, a su vez, otros nuevos con sabor, color y aroma. Para cuando ingresa la segunda tanda, precisamente, habrán quedado en la sartén resabios formados en la primera, que acelerarán la producción de los nuevos compuestos.

Asado

El asado es una preparación tradicional argentina para la cual hay casi tantas recetas como asadores, ya que cada uno se jacta de tener el secreto del "asado perfecto".[18]

Para realizarlo, se colocan las carnes sobre una parrilla ubicada sobre brasas de carbón o de leña, según el gusto o preferencia de cada asador (jamás sobre el fuego, ¡sería casi un sacrilegio!). Al igual que en la cocción sobre plancha, el calor se va transmitiendo a la pieza a través del aire y del metal de la parrilla, dorándola en las partes que están en contacto con ella. Sin embargo, una diferencia fundamental del asado es el sabor que se impregna en la carne, proveniente del humo que causa la combustión del carbón o la leña. Justamente por esta razón algunos asadores eligen cierto tipo de leña en particular (por ejemplo, quebracho).

Cocción al vacío

Este método de cocción consiste en envasar un alimento al vacío en bolsas especiales para luego someterlo a la acción del calor. Las bolsas que se utilizan son impermeables al agua y al oxígeno y resisten temperaturas de alrededor de unos 120 ºC (varía según las características de fabricación). La cocción se puede realizar en baños de agua o en hornos con humedad (las bolsas no resisten el calor seco de un horno sin humedad). Los

equipamientos utilizados suelen ser de última generación, lo cual significa que la temperatura, ya sea del vapor del horno o del agua del baño, se puede regular con mucha precisión.

La característica más importante de este método es que se puede cocinar la pieza a la temperatura deseada como punto final de la cocción. Esto quiere decir que tanto la jugosidad como el grado de cocción de todo el corte serán parejos (sí, el paraíso existe).

Por ejemplo, si el punto de cocción deseado es de 60 ºC, el agua del baño o el horno se colocan a dicha temperatura y solo hay que esperar que el calor se transmita a todo el corte. En el caso de que se cocinen varias porciones, no es necesario estar pendiente de la geometría de cada una y, dado que el punto de cocción depende de la temperatura y no del tiempo, todos los cortes estarán en el mismo punto. Por otro lado, al no haber desecación de la superficie, habrá una menor pérdida de peso.

Según la temperatura final a la que se lleve la carne, esta será tierna y jugosa (si es inferior a los 60-62 ºC) o solamente tierna (si es superior a los 65 ºC). El ejemplo típico de una carne tierna (pero no jugosa) es el de la carne estofada o el osobuco de un puchero.

En estas preparaciones es muy fácil desarmar la carne (se pueden separar sin dificultad las fibras unas de otras), pero al masticarla no la percibimos jugosa ya que sus fibras han perdido toda el agua.

En el caso de cortes con abundante colágeno, la cocción al vacío permite que las fibras no se desequen y, además, que el colágeno se transforme en gelatina si se cocina a baja temperatura y durante el tiempo suficiente para ablandarse. Es decir que un corte de tercera como el garrón será jugoso y tierno, cosa casi imposible de lograr con otros métodos de cocción.

Si se quiere dorar la superficie, puede hacerse antes o después de la cocción al vacío.

Por lo general, se recomienda hacerlo después, ya que los sabores y aromas se concentran dentro de la bolsa, y, si se conserva durante algún tiempo, el sabor “a dorado” se vuelve demasiado invasivo y deja de ser agradable.

*

Los distintos métodos de cocción se han desarrollado para aprovechar al máximo las características de cada corte. Así que queda abierto el

desafío de salir del método de confort en la búsqueda de un mejor resultado final. Por supuesto, el éxito dependerá de la habilidad culinaria y el conocimiento del cocinero para elegir el mejor método y punto de cocción (tiempo y temperatura) según el corte de carne que se desee cocinar.

Así, por ejemplo, tendrá sentido optar por un tiempo largo de cocción cuando se trate

de cortes con mucho colágeno, ya que de este modo mejorará la terneza, pero no valdrá la pena usar ese mismo procedimiento en carnes con poco colágeno.

Por otro lado, tengamos en cuenta que los tratamientos previos podrán ayudar a mejorar algunas cualidades poscocción, pero no son nuestra herramienta central porque no pueden cambiar la calidad inicial del corte de carne.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Cuándo es conveniente salar las carnes: antes o después de sellar? Si la conveniencia la relacionamos con la pérdida o no de líquidos como consecuencia del agregado de sal, no existen grandes diferencias entre una y otra opción. La pérdida de líquidos por el sellado será siempre mucho mayor que la pérdida de líquidos que se origina por salar antes. Por otro lado, para que haya una pérdida importante de líquidos se debe salar mucho, y mucho tiempo antes, al punto de que la sal deshidrate las células musculares –como se busca, por ejemplo, en la elaboración de charqui–.[19]

2.

¿Por qué al amasar carne picada esta se vuelve compacta y no se desgrana? La función del amasado de la carne picada, tanto para preparar un relleno como para hacer albóndigas o hamburguesas, es lograr (en conjunto con el agregado de la sal) que algunas proteínas de la carne cambien su forma y se hidraten. Este proceso genera una red proteica que amalgama los pedacitos de carne e impide que se desgranen durante la cocción.

3.

¿Por qué el sabor varía si la sal se agrega antes o después de la cocción?

Cuando se condimenta antes de la cocción, la sal se disuelve en el agua de la carne y el gusto salado queda parejo en todo el corte; si, en cambio, la sal se agrega luego de la cocción, el salado no es parejo. Este efecto es aun mayor cuando condimentamos con sales de granos más grandes (por ejemplo, sal entrefina, sal Maldon o *fleur de sel*): en un bocado encontraremos gran cantidad de sal; en otro, poca; y de esta forma los sentidos se verán incentivados cada vez con un nuevo conjunto de estímulos que harán disfrutable el plato hasta el final. Podríamos concluir, entonces, que la elección del momento de salado depende básicamente del gusto personal.

4.

¿Cómo y durante cuánto tiempo se cocinan los cefalópodos (calamares, sepias,

***calamaretti*, pulpos)?** El secreto de una cocción perfecta (para que los cefalópodos no

queden como un chicle masticado) reside en cocinarlos muy poco tiempo… o muchísimo. ¿Por qué quedan bien de las dos maneras? La clave está en la estructura muscular de estos animales. Los músculos de los cefalópodos están distribuidos en capas: tienen fibras que rodean el cuerpo en sentido circular, otras que lo hacen en sentido longitudinal y otras en sentido cruzado. Además, debido a los movimientos que realizan para desplazarse, poseen una gran cantidad de tejido conectivo que les da mucha firmeza. Al igual que con cualquier corte de carne, la terneza poscocción se verá afectada por la cantidad de agua que quede dentro de las fibras y por la disolución o no del colágeno presente. Entonces: si se cocinan poco tiempo, quedará agua en las fibras y la textura lograda será crocante, ya que no se habrá afectado el colágeno. Si se cocinan mucho tiempo, las fibras estarán deshidratadas (menor terneza) pero, como el colágeno se habrá transformado en gelatina, serán tiernos aunque no crocantes. Si el tiempo de cocción no es ni mucho ni poco, las fibras estarán deshidratas, el colágeno se habrá contraído pero no disuelto y el resultado será una goma con sabor a cefalópodo.

5.

¿Cómo influye la grasa interna en la jugosidad? La grasa interna o

"marmolado" en una carne agrega jugosidad, ya que provoca la liberación de saliva durante la masticación.

6.

¿Es necesario agregar gelatina en el armado de un matambre? Para que el matambre arrollado quede pegado y no se desarme al cortarlo, se debe lograr que el colágeno se funda durante la cocción y se transforme en gelatina, de manera que cuando se enfríe mantenga unidas las vueltas de carne cocida. Ahora bien, será conveniente agregarle gelatina si el matambre proviene de un animal muy joven (con poco colágeno), o a la hora de enrollarlo (antes de cocinar), cuando no se tiene mucha práctica. De lo contrario, no es necesario: alcanza perfectamente con el colágeno que contiene el corte.

7.

¿Cómo se logra una pechuga jugosa? Al cocinar una pechuga de pollo, el mayor desafío es que no quede ni cruda ni seca. A nadie le gusta, por supuesto, que un pollo esté crudo y por evitar este peligro, las pechugas terminan sirviéndose secas. Para resolver este problema, les revelamos el secreto de la pechuga jugosa: i. Preparar una solución de agua y sal al 4% (según la cantidad de pechugas, corresponde 1 l de agua con 40 g de sal, o 2 l de agua con 80 g de sal; o, si invitaron a una

multitud,

3

l

de

agua

con

120

g

de

sal).

ii. Sumergir las pechugas en esta solución durante ocho horas en la heladera, teniendo la precaución de que todas estén en contacto con el líquido (es mejor usar una placa que un

bol).

iii. Luego de las ocho horas, secarlas y colocarlas en un horno previamente calentado a 180 ºC durante aproximadamente veinte minutos (dependerá del horno). No salar.

iv. Retirarlas del horno y dorarlas en una plancha o sartén con muy poco aceite. Nunca hacerlo antes de colocar en el horno como se hace habitualmente ya que, debido a la cantidad de agua absorbida durante la marinada, no se dorarán correctamente.

v. Servir y disfrutar del jugoso éxito con los invitados.

8.

En el matambre arrollado cocido, ¿por qué la carne que está pegada a la zanahoria queda rosada y el resto queda marrón? La zanahoria cocida tiene nitritos que reaccionan con la mioglobina de la carne e impiden que cambie del rosado al marrón durante la cocción. En los chorizos cocidos ocurre el mismo fenómeno, dado que se agregan nitritos a la mezcla a embutir como conservantes para evitar el desarrollo del *Clostridium botulinum*, productor de la toxina responsable del botulismo.

[11] La versión original de este capítulo fue escrita en colaboración con Juan Pablo Lugo.

[12] Véase el apartado “La opinión de los expertos”, en este mismo capítulo.

[13] La maduración al vacío disminuye la pérdida de agua de la carne, lo cual mejora enormemente el rendimiento de cada corte. De ahí que, por cuestiones económicas, sea el método más utilizado. Además, puede estandarizarse mucho mejor como metodología.

[14] El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) es un organismo sanitario del Estado argentino que se encarga de fiscalizar la producción y comercialización de animales.

[15] Este restaurante, que cerró sus puertas el 28 de febrero de 2023 tras diecisiete años de actividad, era considerado como uno de los mejores de la Argentina.

[16] Según mi mamá, este es el momento en que hay que dar vuelta el bife para que salga perfecto.

[17] Las características organolépticas hacen referencia a cualquier propiedad de un alimento u otro producto percibida mediante los sentidos, incluidos su sabor, color, temperatura, olor y textura.

[18] Para entrar a fondo en el universo del asado, pueden consultar *El parrillero científico*, en esta misma colección, compilado por Diego Golombek.

[19] El charqui es un tipo de carne deshidratada, que puede conservarse por períodos prolongados.

3. Los vegetales

De la tierra a la mesa

Alicia permaneció un ratito mirando pensativamente el hongo, e intentando discernir cuáles eran sus dos lados; como era perfectamente redondo, encontraba esta cuestión muy difícil. Sin embargo, al fin extendió los brazos alrededor del hongo tanto como pudo, y arrancó un pedacito de borde con cada mano.

Lewis Carroll, *Alicia en el país de las maravillas*

Aunque nos resulte difícil de creer, la vida en el planeta depende por completo de las plantas, las bacterias y los hongos.[20] Las plantas no solo depuran la atmósfera de dióxido de carbono y fijan la tierra evitando su erosión, sino que son el primer eslabón en la cadena alimentaria. Mediante la fotosíntesis, son capaces de transformar la energía del sol en energía química; las simples y pequeñas moléculas de dióxido de carbono presentes en el aire se transforman en

moléculas complejas que posibilitan la estructura y el crecimiento de la planta. Lamentablemente, los animales estamos muy lejos de poseer esa maravillosa habilidad. Si la tuviéramos, el almuerzo se transformaría en una sesión de sol en la plaza y nuestra piel sería verde debido a la clorofila.

Siguiendo la cadena alimenticia, la planta se convierte en alimento de los animales herbívoros, que se transforma, a su vez, en el almuerzo de los animales carnívoros.

¿Hemos tomado dimensión de su importancia? Básicamente, sin ellas ningún animal podría sobrevivir. Pensemos que, en asociación simbiótica con las bacterias y hongos presentes en la tierra, absorben el nitrógeno del suelo para construir las proteínas, que son la base de la estructura y el funcionamiento celular.

Resulta asombroso constatar que, si enumeramos las partes botánicas de las plantas, encontramos por lo menos un ejemplo comestible en cada caso. Hagamos un recorrido:

Las raíces. Consumimos como alimento aquellas que tienen células especializadas para el almacenamiento de nutrientes, como las zanahorias, las batatas y los rabanitos.

Los tallos. Siendo un tejido de soporte, se endurecen a medida que la planta crece; por lo tanto, consumimos muchos vegetales antes de la maduración completa de los tallos. Los espárragos, el apio y el hinojo son algunos ejemplos. Según las particularidades de cada planta, algunos tallos se modifican y se transforman en

órganos de almacenamiento, como los rizomas y los tubérculos. Los primeros son tallos horizontales que crecen por encima o debajo de la superficie de la tierra; como ejemplo, podemos citar la mal llamada “raíz de jengibre”, que es en realidad un rizoma (o sea, un tallo disfrazado). Como ejemplo de tubérculo, por último, podemos mencionar a la querida papa.

Las hojas. Imposible no pensar en la clásica ensalada verde, compuesta por hojas de lechuga, espinaca, rúcula, berro y repollo. Por lo general, no poseen tejidos de almacenamiento, ya que, como en ellas ocurre la

fotosíntesis, es necesaria la mayor superficie posible de exposición al sol (además de un buen intercambio de gases con el ambiente). Es, sin embargo, una excepción la gran familia de las amarilidáceas, en las que encontramos a la cebolla, la cebollita de verdeo, el ajo y el puerro.

□

Las flores. Constituyen los órganos reproductivos de las plantas y algunas son comestibles. Hoy se cultivan no solo para hermosear los platos, sino para agregar sabores inesperados; un ejemplo es la flor de Tagete, ligeramente alimonada. Por otra parte, dentro de nuestro menú vegetal más conocido, podemos mencionar flores como el brócoli, la coliflor, los alcauciles y las flores de los zapallitos largos (zucchini).

□

Los frutos. Lo que conocemos como frutas son los frutos de las plantas. Sin embargo, puede que nos confunda porque a algunos los incluimos en la categoría de las verduras; es el caso de los tomates, las berenjenas, los zucchini, los ajíes, los zapallos, la palta, el choclo, las aceitunas o los pepinos.

□

Las semillas. ¡Cómo disfrutamos los porotos, las arvejas, las habas y las nueces!

□

La savia. Nos tomamos la savia concentrada del árbol del arce (jarabe de arce o *maple syrup*).

□

La corteza. No se lo esperaban, pero así es: incluso usamos la corteza del árbol de la canela como condimento.

Dado que las plantas no pueden moverse para reproducirse, han desarrollado múltiples mecanismos para atraer a los animales, y que estos se encarguen tanto de la polinización como de la siembra de las semillas. Muy práctica la delegación de trabajo,

¿no? Las flores, con sus colores vistosos, sus aromas (algunas incluso huelen a carne podrida para tentar al insecto adecuado) y el néctar

que pueden libar, atraen a pájaros e insectos, que llevan el polen a otra planta. Una vez generado el fruto (que contiene las semillas), se vuelve a dar en algunas plantas un despliegue de atractivos colores,

perfumes y gran cantidad de alimento para que los animales se sientan llamados a acercarse, las coman y luego diseminen las semillas intactas, lejos de la planta madre, permitiendo así la continuación de la especie.

¿Es un insecto? ¿Una flor? ¿Un insecto metido en una flor?

Es una orquídea intentando ser polinizada. Las orquídeas del género *Ophrys*, oriundas de Europa y cuyo nombre común es "orquídea de abejas", tienen flores que parecen insectos. De esa forma, los desprevenidos Romeos que intentan aparearse con ellas, creyéndose atractivos y exitosos en el campo de la conquista del sexo opuesto, cumplen la misión que las orquídeas han dispuesto para ellos: llevar el polen de una flor a otra.

Volviendo a la cocina, ¿qué buscamos al cocinar los vegetales? En principio, ablandar su estructura y hacerlos más digeribles. Sin embargo, si ese proceso no es cuidadoso, podemos perder gran parte del atractivo que tienen: el color. En este capítulo, nos adentraremos en la estructura del vegetal para comprender, por un lado, los cambios que ocurren en su textura durante la cocción y, por otro, las propiedades de sus pigmentos, para pensar cómo mantener, en la medida de lo posible, el color original (y por lo tanto, la belleza) de los ingredientes. ¿No es mucho más atractivo encontrarse con un plato de chauchas de un verde brillante que con uno verde oliva, con aspecto de haber pasado una década dentro de la heladera, a pesar de estar recién hecho?

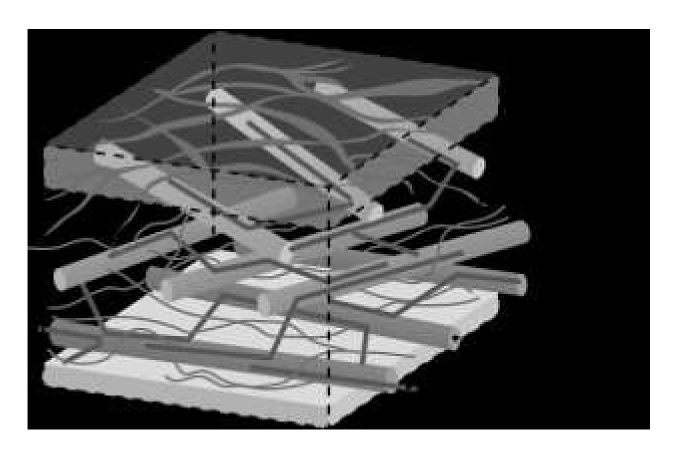
La estructura de la célula vegetal

La estructura microscópica de la célula vegetal hace que, a pesar de que los vegetales contengan una gran cantidad de agua (entre el 80 y el 90%), sean rígidos. Como toda célula, las vegetales tienen una membrana celular que las separa del mundo exterior y, además, una pared celular externa a la membrana que, por su composición, les proporciona rigidez.

Esa rigidez es, de hecho, la manifestación macroscópica de las

características microscópicas. Podemos imaginarnos las paredes celulares como pequeños contenedores, uno junto a otro, en cuya cavidad se encuentran las bolsitas de las células.

Las paredes están compuestas principalmente por largas cadenas de celulosa,[21] que



forman un entramado que está cimentado por otros dos grupos de moléculas un poco más pequeñas llamadas “hemicelulosa” y “sustancias pécticas” (pectinas), que son justamente las que dan rigidez (figura 3.1). El cambio en la composición de la pared (durante la maduración de las frutas, por ejemplo) se debe en parte al cambio en la composición de las sustancias pécticas presentes, que se van transformando en pegamentos menos rígidos.

Figura 3.1. Pared celular

De vacas, bacterias y celulosa

La celulosa es una macromolécula que está formada únicamente por unidades de glucosa, al igual que el almidón. Sin embargo, a diferencia de este, no puede ser digerida por la mayoría de los mamíferos, ya que no tenemos las enzimas necesarias para romper ese tipo de uniones entre las moléculas de glucosa (llamadas “uniones de tipo beta 1,4”) y así aprovecharlas como alimento.

Los rumiantes representan una excepción. Las vacas, las cabras, las ovejas y los ciervos sí pueden digerir la celulosa gracias a la especial conformación y población microbiana que habita sus estómagos.

Podríamos comparar parte del estómago (el rumen) con una gran pileta de fermentación donde la celulosa y otros compuestos de los alimentos son

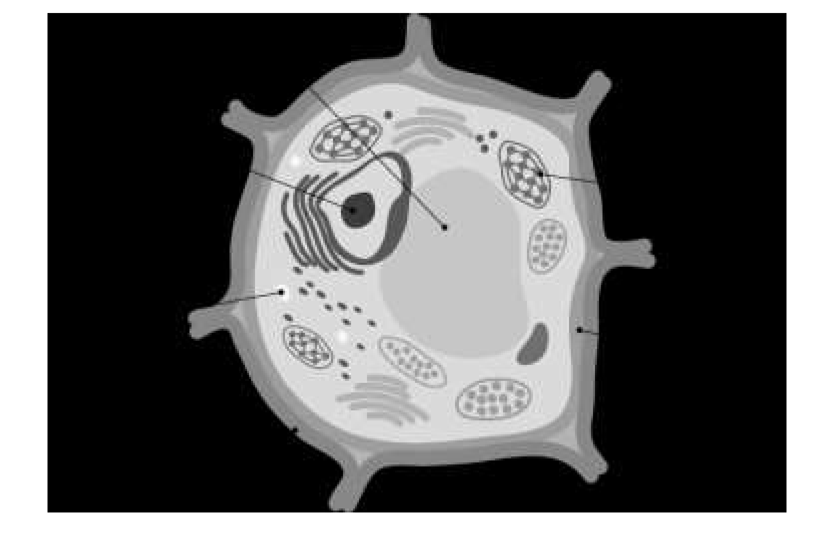
degradados por los microorganismos, antes de continuar la digestión. La rumia, que seguro asociemos rápidamente a la imagen típica de estos animales, es la regurgitación del alimento aún no digerido, que vuelve a la boca para ser otra vez masticado e impregnado de saliva. A través de este proceso, se facilita la degradación microbiana.

Otra diferencia importantísima de las células vegetales respecto de las animales es que poseen una gran vacuola (bolsa) central con agua, productos de desecho, pigmentos y moléculas de reserva. La vacuola es la responsable de la turgencia de las células. Al perder agua, el vegetal se reblandece. Si la pérdida de agua es poca y el vegetal no está muy deteriorado, la vacuola puede volver a llenarse y recuperar su aspecto inicial. Es así que, cuando una verdura de hoja está un poco mustia, puede recuperar turgencia al ponerse en agua (preferentemente fría), ya que la vacuola vuelve a hidratarse.

La figura 3.2 muestra un esquema de la estructura de una célula vegetal, en la que, además de la gran vacuola central, observamos las organelas que realizan las funciones celulares vitales, y por fuera de la membrana, la pared celular.

Dentro de las organelas, podemos destacar los cloroplastos, que contienen la clorofila (molécula capaz de transformar la luz ultravioleta en energía química), y por lo tanto, son claves en el proceso de fotosíntesis.

Figura 3.2. Célula vegetal



Rejuveneciendo las zanahorias: maravillas de la vacuola

A todos nos ha pasado de olvidarnos en el fondo de la heladera algunas zanahorias, que mucho más tarde reencontramos arrugadas y totalmente blandas. Un experimento divertido para demostrar la capacidad de las células vegetales de reabsorber agua es tomar esas zanahorias y ponerlas en un recipiente con agua. Al cabo de unas horas, veremos que vuelven a estar firmes, gracias a que las vacuolas se han llenado nuevamente de agua. Ahora bien, el truco de rejuvenecimiento no es mágico: si ya hubo procesos de degradación interna, la zanahoria tendrá textura de fresca pero sabor a vieja.

Mientras la célula se mantenga intacta, las organelas y su contenido no se mezclarán con el contenido del citoplasma ni con el de las otras organelas. Sin embargo, al cortar o cocinar, ponemos en contacto sustancias que antes estaban separadas y, como consecuencia, ocurren cambios químicos, tales como el oscurecimiento y la generación de sustancias volátiles irritantes. Eso sucede, por ejemplo, con las cebollas o con la coliflor, como veremos más adelante.

Lavar los champiñones: ¿sacrilegio?

Muchos cocineros consideran un gran sacrilegio lavar los champiñones; recomiendan solamente pasarles un trapito para

quitarles la tierra porque, de lo contrario, se llenan de agua y su sabor se diluye, o es más difícil dorarlos al saltearlos en la sartén.

¿Obedecemos ciegamente a nuestros cocineros de cabecera?

A ver… Evaluemos la situación. Tanto los hongos como los vegetales pueden estar contaminados con microorganismos dañinos para la salud; por lo tanto, si no los lavamos, corremos el riesgo de contaminar toda la preparación. Entonces, ¿en qué medida estaríamos arruinándolos? Frente a tanta insistencia de los profesionales de la cocina, podemos hacer el siguiente experimento para corroborar si realmente absorben una cantidad de agua tan significativa.

Es muy sencillo. Primero, se pesan los champiñones; luego se lavan y, a continuación, se vuelven a pesar. El resultado será que ¡no aumentan ni un gramo! Es decir: no absorben nada de agua.

En segunda instancia, podemos probar dejarlos en remojo un tiempo. Sumergimos los champiñones y los pesamos una hora después, y otra vez dos horas más tarde. Veremos que, recién transcurrido ese lapso, absorberán un 20% de su peso en agua.

En conclusión, para disminuir el riesgo microbiológico *hay que* lavar los champiñones, pero no es conveniente dejarlos en remojo durante varias horas porque ahí sí que se diluirá su exquisito sabor.

Sacando agua de la vacuola

Venimos hablando de priorizar la turgencia, pero en muchas preparaciones buscamos, por el contrario, que los vegetales estén más blandos para que sean más agradables al comerlos. Veamos algunas recetas.

Ensalada coleslaw

Los ingredientes de esta ensalada son repollo cortado finito y zanahoria rallada.

A diferencia de otras ensaladas que se hacen con hojas, esta se condimenta bastante antes de servirla. ¿Para qué? Justamente para que la sal extraiga agua de la vacuola.

Esto no solo ablanda las hojas sino que además extrae los sabores y termina de complementar el aderezo.

Coleslaw[22]

Ingredientes

- Repollo blanco: 300 g
- Repollo colorado: 300 g
- Zanahoria: 300 g

Para el aderezo:

- Azúcar: 20 g
- Crema de leche: 80 cm3
- Mayonesa: 200 g
- Mostaza: 30 g
- Pimienta blanca molida: c/n
- Rábano picante: 20 g
- Sal fina: c/n

Vinagre de sidra: 20 cm3

Procedimiento

1.

Lavar el repollo.

2.

Cortar en tiras de 2 mm.

3.

Lavar la zanahoria.

4.

Pelarla y rallarla.

5.

Mezclar los vegetales.

6.

Mezclar el aderezo.

7.

Incorporar a la ensalada por lo menos treinta minutos antes de servir.

Fideos de arroz (harusame), pepinos y zanahorias al estilo japonés

Un plato en el que también usamos esta habilidad de la sal para sacar agua de la vacuola y “desrigidizar” es esta sopa fría de origen japonés. En primer lugar, se hace una ensalada con pepinos y zanahorias cortados en tiras muy finas, que se ablandan al masajearlos con la sal. Luego, se mezclan con los fideos y el caldo. Una vez blandos, los vegetales se pueden mezclar con los fideos sin quebrarse. En este caso, el líquido que sale de los vegetales se desecha y, luego, se adereza la sopa.

Harusame to yasai no sunomono

Ingredientes

- Fideos de arroz (*harusame*): 1 nido
- Zanahoria: 150 g
- Pepino: 100 g
- Algas *wakame*: 20 g

Para el caldo:

- Azúcar: 50 g
- Sal: 10 g
- *Ajínomoto*: 1 pizca
- *Hondashi* (caldo de pescado): 1 sobre
- Vinagre blanco: 100 cm3
-

Agua: 100 cm3

Procedimiento

1.

Hidratar en agua hirviendo los fideos y hacer unos cortes.

2.

Lavar y pelar la zanahoria.

3.

Lavar el pepino.

4.

Cortar la zanahoria y el pepino en juliana fina.

5.

Agregar sal y masajear hasta que estén blandos.

6.

Lavar para sacar el exceso de sal y dejarlos en agua fría.

7.

Hidratar las algas *wakame* y escurrir bien.

8.

Mezclar los ingredientes del caldo.

9.

Incorporar el *wakame*, los fideos y los vegetales al caldo.

10.

Dejar reposar unos minutos.

11.

Servir en recipientes profundos.

Chucrut

Clásico dentro de la cocina típica alemana, el chucrut es un producto fermentado gracias a la presencia de los microorganismos (dejamos a continuación resumida la receta).

La preparación se inicia cortando el repollo (puede ser blanco o colorado) en tiras muy finas de 2 mm. Se pesa todo el repollo cortado y se le agrega un 2% de sal. Se masajea con la sal hasta que el agua se haya extraído de la vacuola y el repollo esté bien blando.

En esa agua, crecerán los microorganismos produciendo la fermentación que le dará el sabor característico a la preparación.

Chucrut[23]

Ingredientes

Repollo blanco y colorado cortado en tiras finas: 1 kg

Sal: 20 g

Procedimiento

1.

Sacar las hojas externas del repollo.

2.

Cortar los repollos en tiras de 2 mm.

3.

Pesar el repollo cortado.

4.

Pesar 2% de sal respecto del peso del repollo cortado.

5.

Agregar al repollo y masajear.

6.

Colocar en un frasco limpio bien apretado.

7.

Dejar fermentar entre 18 y 24 ºC entre diez y quince días.

Nota: para que el repollo quede sumergido en el frasco, llenar una bolsa plástica limpia con agua salada al 2% (se coloca este porcentaje porque, si la bolsa se rompe, no diluye

la sal de la preparación). Colocar sobre la mezcla. De esta forma, todo el repollo quedará sumergido y se evitará el crecimiento de hongos.

Ahora bien, pequeña duda: ¿cómo saber si fermentó o se pudrió? Para que la preparación sea segura, es fundamental respetar las condiciones de temperatura y de ausencia de oxígeno de la fermentación (podríamos decir, de hecho, que estamos seleccionando el tipo de “pudrición” con las condiciones de temperatura, sal y atmósfera gaseosa). En este sentido, evitar la presencia de oxígeno es clave para que los lactobacilos presentes en el ambiente tengan las condiciones necesarias para su desarrollo y, a su vez, para impedir el crecimiento de otros microorganismos como los hongos (que precisan aire para desarrollarse). Para lograr esto, el repollo se coloca en un frasco bien cerrado, cuidando que quede totalmente sumergido en el líquido. Durante la fermentación, como se genera dióxido de carbono, veremos el agua sobrenadante burbujeando. Para facilitar la salida del dióxido de carbono generado e impedir la entrada de aire, se pueden utilizar las llamadas “trampas de aire” (que también se usan mucho en la elaboración artesanal de cerveza).

Durante la fermentación, no solamente se produce dióxido de carbono sino también ácido láctico. Este disminuye el pH, es decir, aumenta la acidez de la preparación e impide el crecimiento de microorganismos indeseables como los patógenos.

En el transcurso de unas cuarenta y ocho horas, ya deberíamos comenzar a ver el burbujeo. Esta reacción indica que se está generando el ácido láctico, que es lo que necesitamos para que empiece a transformarse el repollo en chucrut.

Sin embargo, para no reposar solo sobre este indicio y tener una mayor seguridad, lo conveniente es medir la acidez con un peachímetro. El pH debería disminuir en unos días a menos de 4,6. Si no se cuenta con uno, es conveniente siempre agregar aunque sea un poco de repollo colorado. ¿Por qué? Funciona como un medidor natural: como veremos más adelante, las antocianinas del repollo modifican su color del violeta al rojo cuando cambia la acidez del medio.

Dijimos que el otro punto clave eran las condiciones adecuadas de temperatura. La temperatura recomendada es entre los 18 y los 24 ºC. A temperaturas menores, la fermentación será muy lenta y la acidificación también; por otro lado, a mayores temperaturas, pueden desarrollarse microorganismos indeseables.

Transcurridos unos quince días (en realidad es a gusto del consumidor), la preparación se guarda en la heladera. Esto ralentiza la fermentación y permite una conservación adecuada del producto. Reiteramos que, durante el período de fermentación, es fundamental que todo el repollo esté sumergido en el líquido. Así, se impide el crecimiento de hongos. En un ambiente con oxígeno, pueden crecer los mohos y esto pone en riesgo la preparación, ya que son capaces de consumir el ácido láctico y, de esta forma, disminuir la acidez. Si la acidez es baja, microorganismos patógenos muy peligrosos como el *Clostridium botulinum* encuentran las condiciones adecuadas para desarrollarse: anaerobiosis (falta de oxígeno), temperatura (ambiente) y poca acidez (la eliminaron los hongos).

La ciencia detrás de los cambios de textura durante la cocción

Recapitulando, la textura de los vegetales depende de dos factores: la naturaleza de las paredes celulares y la abundancia de agua en las células. Si un vegetal es almacenado en un ambiente de humedad relativa baja, su contenido de agua (alojada en las vacuolas celulares) irá disminuyendo y se perderá turgencia.

Ahora bien, ¿qué pasa durante la cocción? A lo largo de este proceso, la textura de los vegetales también se ablanda debido a la pérdida de agua de la vacuola y a la disolución parcial en el medio de cocción de las moléculas de hemicelulosa y pectinas, que cimentan las paredes

celulares (figura 3.2). Sin embargo, según el medio que se elija, se puede favorecer o desfavorecer el ablandamiento de la pared.

Una vez alcanzados los 60 ºC, las proteínas de la membrana celular y de la vacuola se desnaturalizan y dejan escapar el agua (aunque cocinemos en un medio acuoso). Las verduras de hoja, que tienen una vacuola turgente llena de líquido, al cocinarse pierden aproximadamente entre un 20 y un 25% de su peso. El caso de la papa, cuyas células están especializadas en el almacenamiento de almidón, es distinto: el almidón, durante su gelatinización –pérdida de la estructura cristalina–,[24] absorbe el agua naturalmente presente en la papa y puede incluso absorber parte del agua del medio de cocción.

Recién una vez alcanzados los 80-85 ºC, la pared celular comienza a perder firmeza (en los tubérculos, cocciones a menor temperatura pueden “cocinar” el almidón sin que se ablande el vegetal).

Las moléculas de hemicelulosa son más solubles en medios alcalinos y, por lo tanto, pequeñas cantidades de bicarbonato de sodio pueden acelerar el ablandamiento de forma espectacular. Por el contrario, las de pectinas tienen mayor solubilidad ante la acidez. Por ese motivo, si cocinamos en un medio ácido, la disolución de las moléculas de pectina se verá favorecida, mientras que la de las moléculas de hemicelulosa, no. El

caso extremo de una cocción de este tipo es la preparación de pickles, en la que, a pesar de que se cocinen mucho tiempo, los vegetales quedan firmes, casi crocantes.

Por otro lado, si la cocción se realiza en aguas duras –es decir, con cantidades importantes de calcio disuelto–, aumenta la firmeza del vegetal durante la cocción debido a que el calcio une las cadenas de pectinas entre la celulosa, tornándolas más insolubles. El caso límite de este efecto se consigue al preparar zapallo en almíbar: los trozos deben ser mezclados con cal viva antes de cocinarse[25] para dejar completamente rígidas las paredes exteriores, a fin de evitar que se desarmen durante la cocción.

Si en vez de cocinar en abundante agua la cocción se realiza al vapor o en aceite, el pH

del medio[26] estará determinado por la acidez propia del vegetal. Y dado que la mayoría son ácidos, al no diluirse, a igual tiempo de cocción se logrará un vegetal más firme.

Ahora bien, ¿y si una preparación lleva como ingredientes distintos vegetales con diferentes grados de acidez? (véase la tabla 3.1). Bueno, entonces el orden en que los cocinemos será crucial para el resultado final. Si, por ejemplo, una receta lleva tomates o algún jugo cítrico (limón o naranja), agregarlos al principio de la preparación hará que los vegetales o las frutas que coloquemos después permanezcan firmes, independientemente del tiempo de cocción.

Tabla 3.1. pH de algunos vegetales, frutas y bebidas

pH Alimento

2,0 – 2,4

Lima y limón

2,0 – 4,0

Bebida cola

2,4 – 3,4

Vinagre

2,8 – 3,8

Vino

3,0 – 3,3

Pomelo

Frutilla

3,4

Durazno

3,5

Pera

3,9

4,0 – 4,6

Tomate

4,0 – 5,0

Cerveza

Calabaza, zanahoria

5,0

Repollo, zapallo

5,2

Remolacha

5,3

Batata

5,4

Espinaca

5,5

Espárrago, coliflor

5,6

Papa

6,1

Arveja

6,2

Choclo

6,3

7,6 – 8,4

Clara de huevo fresco

8,0 – 8,4

Agua de mar

Bicarbonato de sodio

8,4

¿Qué es el pH?

Es una forma de asignar una escala a la acidez de un medio. La acidez está dada por la concentración de iones H+ que contenga una solución. En términos técnicos, el pH es el negativo del logaritmo de la concentración de iones hidrógeno de una solución. Dado que el agua tiene una concentración promedio de 10-7 iones hidrógeno, el negativo del logaritmo de esta es igual a 7 y, por ser el agua el solvente universal, esta medida es la neutra. Entonces: toda solución que tenga menos iones H+ libres dará un número de pH

mayor, y toda solución que tenga más iones H+ libres, un número de pH menor. Es así que, cuanto menor sea el pH, habrá mayor acidez, y cuanto mayor sea, menor acidez.

Por esta razón, debemos elegir cuidadosamente el momento de agregar cada ingrediente al preparar una salsa de tomate. Si deseamos que todos los componentes queden intactos en el plato final, lo mejor será comenzar la cocción del tomate y luego ir

agregando el resto de los vegetales. Por el contrario, si lo que queremos es que el sabor de los ingredientes quede integrado en la salsa, sin que se detecten los trozos, debemos cocinar primero los vegetales hasta que estén bien blandos y luego agregar los tomates.

En la cocción de frutas para pastelería, muchas veces queremos que se conserve la forma para poder decorar la preparación; con este objetivo, agregaremos jugo de limón al principio de la cocción, no al final.

Cómo mantener la firmeza[27]

Algunos vegetales, como las papas, las batatas, las remolachas, las zanahorias, la coliflor, los tomates y las manzanas, pueden mantenerse firmes si se realiza una doble cocción. En el transcurso de la primera, que se hace a unos 60 ºC durante unos 20 o 30

minutos, se activa una enzima que altera las pectinas de la pared, y las

vuelve más sensibles a la influencia del calcio. Asimismo, durante esta primera etapa, el calcio se libera de las células y reacciona con las pectinas, y así aumenta la firmeza. En la segunda etapa de cocción, una vez alcanzados los 70 ºC, la enzima se inactiva, pero las paredes ya han quedado lo suficientemente firmes para resistir una cocción prolongada en un guiso, o para mantener la forma de los vegetales si queremos hacer una ensalada.

Tabla 3.2. Medios de cocción y su relación con la textura

Medio de cocción

Resultado final

Abundante agua blanda (sin iones de

Se diluyen los ácidos naturales del vegetal, y la hemicelulosa y la pectina se disuelven en el medio de cocción. La textura dependerá del tiempo de calcio)

cocción: será más blanda a medida que este aumente.

Abundante agua dura (con iones de

Los iones de calcio interaccionan con la pectina y forman un gel firme, que impide que el vegetal se ablande por completo.

calcio)

Medio ácido (con agregado de jugos de

Se impide la disolución de la hemicelulosa y, como consecuencia, el vegetal queda firme, independientemente del tiempo de cocción.

cítricos, tomates o vinagre)

Doble cocción (20 a 30 minutos a 60 ºC,

En el caso de los vegetales o las frutas que poseen una enzima capaz de alterar la estructura de la pectina en la pared y hacerla más sensible a los

y luego cocción normal)

iones de calcio (propios del vegetal), la doble cocción los deja más

firmes (papas, batatas, manzanas, zanahorias, coliflor, tomates).

Medio básico (agregado de bicarbonato

La hemicelulosa se disuelve rápidamente en el agua de cocción y las paredes celulares se desarman. El resultado es un vegetal totalmente de sodio)

desarmado. Si la cantidad de bicarbonato es muy alta, tendremos, además, un sabor final jabonoso.

En aceite a baja temperatura (100 ºC sin

Los ácidos propios del vegetal no se diluyen en el medio de cocción; por lo tanto, a igual tiempo de cocción que en agua, el vegetal queda más freír)

firme.

Cambios de color durante la cocción

Mantener el color original de los vegetales luego de la cocción es un desafío cotidiano en el universo gastronómico. Algunos, como el naranja de la zanahoria, son muy fáciles de conservar, pero otros, como el verde de la acelga, suelen transformarse muy rápidamente en un tono opaco poco apetitoso si no prestamos especial atención al cocinarlo.

Primero que nada, ¿a qué se debe el color de los vegetales? Se debe a moléculas llamadas “pigmentos”, que se encuentran dentro de las células. Esas moléculas tienen orígenes químicos diversos y, según su composición, algunas se ven más afectadas que otras por las técnicas y los medios de cocción. Sin embargo, todas tienen en común la particularidad de absorber algunas longitudes de onda de la luz blanca y rechazar la que nuestros ojos pueden percibir.

Los pigmentos que dan color a las plantas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

Clorofila

Carotenoides

Antoxantinas-antocianinas

Betalaina

Cada vegetal contiene un pigmento principal, que le da el color que podemos apreciar, pero debemos tener en cuenta que, por lo general, no se trata de un pigmento único sino de una mezcla.



Analizaremos a continuación cada grupo por separado para entender, desde la naturaleza química del pigmento, los cambios que pueden ocurrir durante la cocción.

Verde que te quiero verde: la clorofila

Se trata de una molécula compleja, que atrapa la energía solar y la vuelve utilizable para la síntesis de azúcares, a partir de agua y dióxido de carbono, en el fabuloso proceso que rige la alimentación de las plantas: la "fotosíntesis". La molécula está formada por un grupo cíclico similar al hemo (presente en la hemoglobina y la mioglobina, entre otras proteínas), y posee un átomo de magnesio en el centro (véase la figura 3.3) unido a una larga cadena carbonada que la mantiene unida a la membrana de los cloroplastos donde se encuentra. Cuando la molécula de clorofila está intacta, es insoluble en agua debido a la larga cadena carbonada; sin embargo, por acción del calor y por la activación de la enzima clorofilasa (que corta la cadena), el grupo hemo queda libre y, al ser soluble en agua, puede escapar del vegetal hacia el medio de cocción. Cuanto más pigmento salga de las células, obviamente más color perderá el vegetal.

Figura 3.3. Fórmula desarrollada de la molécula de clorofila

Existen dos tipos de clorofila: la A, cuyo color es verde azulado, y la B, de un verde amarillento. Si bien predomina la primera, ambas están presentes, en distintas proporciones, en la mayoría de las partes verdes de las plantas.

El magnesio de la molécula de clorofila es fundamental para su color. Si este fuera reemplazado por iones de hidrógeno, por la acción del calor y el medio ligeramente

ácido del interior de la célula o la acidez del medio de cocción, el color de la clorofila iría virando del verde brillante a un verde grisáceo muy poco apetitoso (véase la tabla 3.3). Si el magnesio, en cambio, fuera reemplazado por iones de cobre, el color de la clorofila permanecería verde brillante. Por esta razón, antiguamente se recomendaba hervir las hojas verdes en ollas de cobre o colocar una moneda de cobre durante la preparación de los pickles de pepino. Hoy esa práctica se desaconseja porque el cobre, en cantidades mayores que trazas (que habitualmente vienen en los alimentos), es perjudicial para la salud.

En la célula intacta, la estructura de los cloroplastos protege a la clorofila de la interacción con el medio ácido de la célula, manteniendo de esa manera no solo el verdor sino también la función de la molécula, para la cual la presencia de magnesio es indispensable.

Como corolario, vamos directo a la cocina. Habiendo recorrido las propiedades químicas de la clorofila, podemos ahora deducir y sacar en limpio algunas estrategias para mantener el color en los vegetales verdes:

1.

Hervir en abundante agua, para que los ácidos se diluyan y no llegue a haber una concentración tal que fuerce al magnesio a ser reemplazado por los iones de hidrógeno.

2.

Esperar hasta que el agua hierva para agregar los vegetales. De esta

forma, el tiempo de cocción será menor, y daremos menos oportunidad a que se escape la clorofila del vegetal, además de desnaturalizar más rápido la clorofilasa.

3.

Terminada la cocción, enfriar rápidamente los vegetales en agua con hielo, para detener la acción enzimática y los cambios químicos.

Tabla 3.3. Resumen de las propiedades y los cambios de la clorofila durante la cocción **Tipo**

de Color

Vegetales en los que Soluble en…

Cambio de color Cambio de color

pigmento

natural

se encuentra

en medio ácido

en medio básico

Clorofila A

Verde azulado

Chauchas

Aceite y grasa. Durante la

Verde oliva

Verde azulado brillante

cocción, se vuelve soluble en

Brócoli

agua

Clorofila B

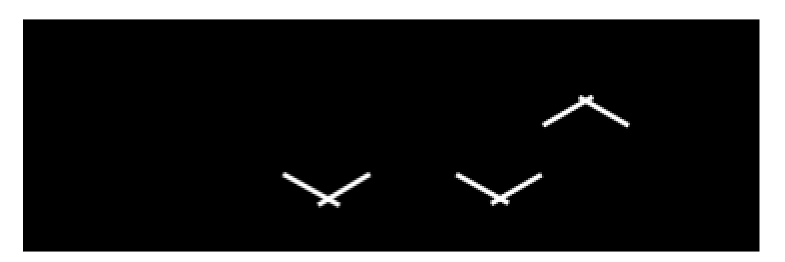
Verde

Verde oliva

Verde brillante

amarillento

Repollitos de Bruselas



Espárragos verdes

Espinaca

Hojas verdes

(También está en otros vegetales,

enmascarada por otros pigmentos)

Los carotenoides

Conforman un grupo de compuestos químicos cuyos colores van del amarillo al rojo (aquí podemos pensar en la zanahoria, el tomate o la sandía). El beta caroteno –cuya estructura aparece en la figura 3.4– es el pigmento más abundante en la naturaleza y, junto con el resto de los pigmentos carontenoides, forma un grupo con moléculas similares.

Figura 3.4. Fórmula desarrollada del beta caroteno

Algunos son precursores de la vitamina A y se encuentran tanto dentro de los cloroplastos como de los cromoplastos (organelas de las células vegetales que contienen pigmentos distintos de la clorofila). En los

cloroplastos, desempeñan una función muy importante: proteger a la clorofila de la posible oxidación, para que pueda seguir realizando sus funciones fotosintéticas.

Los carotenoides son muy resistentes al calor; por tal razón, podremos observar que, aun luego de largas cocciones, ni el color del zapallo ni el de las zanahorias o los tomates se ve alterado en forma significativa. Por otra parte, son liposolubles (solubles en grasas). Esto quiere decir que no encontraremos estos pigmentos en el agua de cocción, pero si utilizamos aceite (sin freír), veremos que este se va coloreando.

Pensemos en los clásicos estofados para la pasta de los domingos, ¿recuerdan la imagen del aceite flotando en la superficie luego de la cocción? ¿Recuerdan ese color rojizo? Se

debe, justamente, a los pigmentos carotenoides que se extraen durante la cocción, provenientes del tomate, los morrones y los condimentos, como el ají molido y el pimentón, en los que también están presentes.

Tabla 3.4. Resumen de las propiedades y los cambios de los carotenoides durante la cocción

Tipo

de Color

Vegetales en los que se Soluble

Cambio de color en Cambio de color en

pigmento

natural

encuentra

en...

medio ácido

medio básico

Alfa y beta carotenos

Naranja

y

Zanahoria

Aceite y grasa

Sin cambio

Sin cambio

amarillo

Choclo amarillo

Pimiento rojo

Pimiento verde

Durazno

Ananá

Licopeno

Rojo anaranjado

Tomate

Aceite y grasa

Sin cambio

Sin cambio

Sandía

Pomelo rosado

Antocianinas y antoxantinas

En primer lugar, las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en la vacuola o en las pieles o cáscaras de algunos vegetales (por ejemplo: uva, papa roja, piel de durazno, cáscara de ciruela). El conjunto de compuestos químicos (polifenólicos) que forman este grupo es muy extenso; de hecho, se han identificado hasta doscientos compuestos distintos. En algunas frutas puede haber solo

uno o dos tipos, y en otras, mezclas complejas de más de veinte clases diferentes.

Una de sus características principales es su alta sensibilidad a los cambios de la acidez del medio (al igual que la clorofila) y, dado que son hidrosolubles, es imposible que no migren al medio durante la cocción. Debido a esa sensibilidad al pH del entorno, en los

medios ácidos tienden al rojo, y en los neutros, al violeta; por su parte, son azules en los medios ligeramente alcalinos, y llegan a ser verdes en los altamente alcalinos. Otra cuestión a tener en cuenta es que estos pigmentos pueden reaccionar con los iones metálicos de los utensilios y generar, en presencia de hierro, aluminio u hojalata, colores no siempre deseados.

A causa de esta sensibilidad al pH, si se agregan frutos rojos a una masa de pastelería que lleva bicarbonato de sodio, es muy probable que se tornen verdosos, como si estuvieran podridos. Teniendo esto en cuenta, si queremos hacer una preparación con repollo colorado sin que pierda la tonalidad rojiza, lo mejor será combinarlo con manzanas verdes ácidas o con jugo de limón durante la cocción. De lo contrario, el pigmento tendrá un color violeta azulado.

Las antocianinas también están presentes en el maíz morado. Si lo usamos como ingrediente al preparar un pan, obtendremos una hermosa miga de color ligera o pronunciadamente violeta, según la cantidad que utilicemos. En panes con harina de trigo, podemos agregar hasta un 10% respecto de la harina sin que afecte sus cualidades panaderas. En panes sin gluten, por otro lado, podemos llegar a usar bastante más reemplazando en la mezcla de harinas sin gluten el almidón de maíz tradicional por la harina de maíz morado (lograremos un color muy atractivo en ambos casos). Otra harina que puede llegar a dar un color morado es la de trigo sarraceno; en este caso, el cambio de color ocurrirá si el trigo sarraceno comenzó a brotar antes de ser cosechado.

Lo que sucede es que durante la germinación, se generan antocianinas; estas quedan en la harina y le dan un color violáceo en vez del grisáceo que darían si el trigo sarraceno no hubiera comenzado a brotar antes de la cosecha.

Las antoxantinas, por su parte, son pigmentos cuyos colores oscilan entre el blanco amarillo pálido y el traslúcido (algunos ejemplos son las papas, ajos, cebollas, harina o coliflor). Comparten con las antocianinas su ubicación dentro de las vacuolas de las células

vegetales y una estructura química muy similar: como consecuencia, son también muy solubles en agua y sensibles a los cambios del medio de cocción. Si este es ligeramente alcalino, veremos que las papas se tornan amarillentas, y si es ácido, de un color blanco puro (esto quizá se ve más claro en el caso de los pickles de coliflor). Dado que son hidrosolubles, también aquí es inevitable que migren al medio durante la cocción; sin embargo, por su color claro y transparente, no se aprecia generalmente ningún cambio en el color del agua.

El color blanco del budín de limón

Seguramente habrán notado que los budines de limón (es decir, aquellos que en la receta llevan ralladura y jugo de limón) tienen una miga más blanca que un budín tradicional. ¿A qué se debe este fenómeno? Este efecto tiene que ver justamente con que la acidez del limón modifica los pigmentos presentes en la harina, haciéndolos más blancos.

Tabla 3.5. Resumen de las propiedades y los cambios de las antocianinas y antoxantinas durante la cocción

Tipo

de Color

Vegetales en los que Soluble

Cambio de color en Cambio de color en

pigmento

natural

se encuentra

en...

medio ácido

medio básico

Antocianinas

Rojo, violeta, azul

Uvas

Agua

Rojo a violeta

Violeta azulado a verde

Berenjena

Repollo colorado

Radicchio

Frutillas

Frutos rojos

Piel de manzana, ciruela y durazno

Antoxantinas

Blanco,

blanco

Papa

Agua

Blanco brillante

Amarillo

transparente

Banana

Hongos blancos

Coliflor

Salsifí

Espárragos blancos

Nabo

Trigo

Colores reversibles: jugando con el pH

Para poner a prueba la sensibilidad a la acidez del medio de las antocianinas (y los cambios reversibles en sus moléculas), podemos hacer algunos experimentos muy divertidos con un poco de vino tinto, jugo de repollo colorado o con el agua de remojo de los rabanitos.

Comencemos primero con el repollo. Simplemente debemos:

1.

Tomar algunas hojas y colocarlas en la procesadora o en la licuadora con un poco de agua.

2.

Pasar la mezcla por un colador, colocar el líquido resultante en un recipiente transparente y agregar agua hasta que sea translúcido.

3.

Dividir el líquido en tres vasos transparentes. Agregar a uno de ellos un chorrito de vinagre; a otro, una cucharadita de bicarbonato; y al tercero, nada.

4.

Agitar y observar los cambios de color.

¿Con qué visiones nos deleitaremos? Bueno, el líquido del vaso al que se le agregó vinagre estará más rojizo y aquel al que se le agregó bicarbonato tendrá un color verdoso. Todavía podemos seguir: tomemos el líquido con el agregado de vinagre, coloquémoslo en un recipiente grande e incorporemos bicarbonato. Al principio, veremos gran cantidad de espuma por desprendimiento de dióxido de carbono, debido a la descomposición del bicarbonato en un medio ácido. A medida que el pH se vaya neutralizando, el color rojo irá transformándose en azulado verdoso. Por otro lado, en el vaso al que le habíamos echado bicarbonato, podemos agregar un poco de ácido y veremos cómo cambia el color nuevamente.

Probemos ahora con vino tinto (perdón, Baco… ¡Qué sacrilegio!). Allá vamos: 1.

Colocar en un vaso aproximadamente 10% de vino y 90% de agua.

2.

Dividir el contenido en dos vasos (así podemos comparar el color original con el que vaya tomando la preparación nueva).

3.

Como el vino ya es ácido (pH: entre 2,8 y 3,8), si le agregamos al vaso un poco de bicarbonato de sodio, observaremos cómo ese hermoso color violeta del vino se vuelve verdoso. Y si le agregamos vinagre, cómo se torna nuevamente violeta.

Finalmente, podemos hacer la prueba con el pigmento de la piel de los rabanitos. En ese caso, el procedimiento es el siguiente:

1.

Lavar los rabanitos para sacarles la tierra.

2.

Sumergirlos un poco en agua y guardarlos veinticuatro horas en la heladera (esto, además, como vimos antes, hará que estén bien turgentes ya que la vacuola se llena de agua).

3.

Transcurridas las veinticuatro horas, van a observar que el agua está ligeramente rosada.

Con esta misma agua podemos realizar también el experimento de colores reversibles.

Si, además, los hacemos al mismo tiempo, podremos observar que no todas las antocianinas tienen exactamente el mismo color (recordemos que, como dijimos al principio, se han identificado más de doscientos compuestos que conforman este grupo de pigmentos).

Las betalaínas

Son pigmentos altamente solubles en agua, que se encuentran dentro de la vacuola celular. Son sensibles a los cambios de pH del medio, pero no sufren alteraciones tan espectaculares como sus parientes cercanos, las antocianinas.

En medios ácidos, las betalaínas conservan su color rojo brillante, y en medios básicos, pueden tornarse más oscuras, tirando al azul verdoso. Por eso, se agregan ácidos en muchas recetas que llevan remolachas.

Tabla 3.6. Resumen de las propiedades y los cambios de las betalaínas durante la cocción

Tipo de pigmento natural	**Color**	**Vegetales en los que se encuentra en...**	**Soluble**	**Cambio de color en medio ácido**	**Cambio de color en medio básico**
Betalaínas	Rojo oscuro	Remolacha	Agua	Más brillante	Se oscurece

Vegetales que se ponen oscuros después del corte

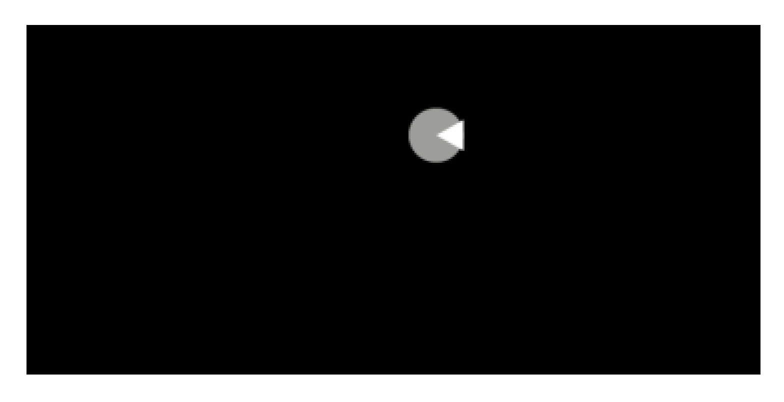
Luego de cortar algunas verduras y frutas, es habitual que rápidamente la superficie cortada vaya tomando un color oscuro. Los ejemplos más radicales de este efecto se dan en los membrillos, las manzanas, las paltas, los champiñones, las papas, la raíz de bardana, los alcauciles y las bananas.

¿A qué se debe este oscurecimiento? Este proceso se produce porque, al cortar una célula vegetal, ponemos en contacto sustancias que antes estaban cuidadosamente separadas en su interior, además de exponer la superficie al oxígeno del aire.

Químicamente, lo que ocurre es que los compuestos fenólicos incoloros de la vacuola central entran en contacto con la enzima polifenol oxidasa, que oxida esos compuestos en presencia de oxígeno. A su vez, los compuestos fenólicos se combinan, lo cual los oscurece, como muestra la figura 3.5. Debido a que ese oscurecimiento está mediado por la acción de una enzima, también se lo denomina "pardeamiento enzimático", para diferenciarlo del "pardeamiento no enzimático" o reacción de Maillard.[28]

Ahora bien, ¿cómo podemos retrasar o evitar este efecto? La clave está en impedir el contacto con el oxígeno del aire o en desactivar la enzima polifenol oxidasa que, como toda proteína, se desnaturaliza (pierde su forma y, por lo tanto, su función) por acción del calor, los ácidos o las sales.

Figura 3.5. Reacción que produce el oscurecimiento de los vegetales



Dependiendo de la cantidad de polifenoles del vegetal en cuestión, la reacción puede ser retrasada con métodos suaves (como en el caso de las papas, que simplemente se colocan en un baño de agua para evitar el contacto con el oxígeno) o utilizando una gran cantidad de ácidos (como con los alcauciles, que deben ser sumergidos en una solución de ácido cítrico para tornear los corazones sin que se oscurezcan). Los que más se emplean son el jugo de limón, el vinagre o el ácido cítrico. A las paltas y a las manzanas generalmente se las rocía con limón. Otra opción es cortarlas en trocitos y envolverlos en papel film, o envasarlos al vacío; así, evitamos el contacto con el aire.

Por otra parte, hay una técnica de cocción llamada *cuire dans un blanc* (en francés,

"cocinar en un blanco"), que justamente está diseñada para evitar el oscurecimiento de los champiñones o los corazones de alcaucil. La receta indica colocar los champiñones en agua hirviendo con una cucharada de almidón de maíz y unas cucharadas de limón y aceite. Cada uno de estos ingredientes cumple un rol específico en la misión. El limón actuará sobre la enzima polifenol oxidasa, junto con el calor del agua, para desnaturalizarla. Sin embargo, dado que la reacción puede ocurrir igual por la gran cantidad de polifenoles presentes en los champiñones, contaremos con la presencia del aceite que cubre la superficie de la olla; esta evitará que el oxígeno entre en contacto con el agua y se disuelva en ella. Por su parte, el almidón de maíz, al hacer más espesa la solución, actuará desfavoreciendo la disolución del oxígeno en el agua.

Otro mito se derrumba: el carozo de la palta y sus propiedades antioxidantes Una creencia bastante difundida es que el carozo de la palta tiene propiedades antioxidantes. Con esta buena fe, una vez que terminamos una preparación con palta,

tendemos a dejar en ella los carozos. Y efectivamente, debajo del carozo la preparación no se oxidará, pero no por una propiedad intrínseca al carozo sino porque este habrá impedido el contacto de la palta con el aire. Dicho de otra forma, ¡cualquier elemento que coloquemos sobre la mezcla tendrá exactamente el mismo efecto!

Una prueba muy sencilla para derribar este mito es colocar sobre el puré de palta una cucharita con su mango. Al día siguiente, al sacarla, veremos que el lugar donde estaba colocada tendrá un hermoso color verde, mientras que el resto estará todo oscurecido.

Más sobre la química de los vegetales

Hemos explicado los fenómenos del color, la textura y la oxidación en los vegetales.

Pero aún podemos conocer un poco más acerca de su química, y seguir desarrollando nuestro conocimiento teórico-práctico en la cocina.

Como hemos mencionado, dentro de los componentes del vegetal, están los compuestos polifenólicos, que abarcan un gran número de compuestos químicos relacionados. Las antocianinas y antoxantinas forman parte de este grupo, así como los compuestos responsables del oscurecimiento de los vegetales, la astringencia de los vinos y, en algunos casos, el amargor de ciertas frutas. Nos detendremos a continuación en tres componentes en particular, y en sus reacciones (no tengo dudas de que les alegrará poder entenderlas y explicarlas).

Taninos: la astringencia del vino y de otros alimentos

Los taninos provocan una sensación de aspereza o sequedad en la boca llamada

“astringencia”, acompañada a veces de amargor. Químicamente, los taninos son largas moléculas formadas por subunidades de compuestos fenólicos, unidos de múltiples formas diferentes. Son compuestos hidrosolubles y, si bien los relacionamos principalmente con el vino tinto, también están presentes en las frutas verdes y en otros alimentos, como el té, el café, el membrillo y las manzanas.

En el vino, los taninos pueden provenir tanto de la uva como de los barriles en los que se realiza parte del proceso de vinificación. Muchas veces se habla de la “suavización de los taninos”, lo cual se relaciona con los cambios químicos que ocurren dentro del vino cuando estos compuestos pierden sus propiedades astringentes, ya sea por volverse insolubles luego de polimerizar y precipitar, o por las alteraciones en su estructura química.

Por otra parte, podemos mencionar a los taninos del membrillo, formados por subunidades de las llamadas proantocianidinas, que se hidrolizan durante la cocción en el medio ácido que provee la misma fruta. Luego, se oxidan en presencia del oxígeno, dando origen a las antocianinas (que le dan ese hermoso color bordó al dulce o la compota).

Los taninos (junto con otros compuestos fenólicos) también están

presentes en gran cantidad en la piel de las nueces; de hecho, es por este motivo que son tan astringentes.

Es asimismo por esta razón que muchas preparaciones con nueces picadas toman un color particular. En el caso de los panes, podemos decidir si, al agregar nueces, queremos que se tiña o no la miga completa. Si agregamos las nueces picadas con piel al inicio de la preparación de la masa,[29] los pigmentos se van disolviendo en el agua dando un color violeta muy atractivo a la miga; si, en cambio, los agregamos en el momento del formado (luego quedan la fermentación final y la cocción), la miga prácticamente no se colorea.

Antocianidinas: el color rosa de los pickles de jengibre

Los amantes del sushi seguramente se pregunten por qué a veces el color del jengibre cambia de cremita a rosado al hacer los pickles y a veces no. Esto se debe a que las antocianidinas (incoloras), por la acidez y el calentamiento, se transforman en antocianinas (color bordó). De acuerdo con la variedad y la zona de cultivo, el rizoma tendrá –o no– las antocianidinas necesarias para la aparición de ese color.

Por otro lado, la cantidad de antocianidinas disminuye a la par que la frescura del jengibre; por lo tanto, si la raíz no es muy fresca, el color no aparecerá aunque este sea de la variedad correcta.

El ajo se puso verde (y no es un brote)

En algunas ocasiones, al agregar ajo a una preparación ácida, por ejemplo berenjenas en escabeche, se pone de color verde o azul o grisáceo (le pasó a mi amiga Marcela Herrera). ¿Cómo se explica este cambio inquietante de color? Esta reacción aparentemente se remonta a condiciones climáticas durante el cultivo. Luego, al colocarlo en un medio ácido, los precursores sulfurados de los compuestos irritantes reaccionan dando estos colores extraños. Por suerte, es un cambio en el color que no

tiene implicancias de toxicidad. Así que, si les sucede, no se asusten. El mundo es un lugar extraño pero no siempre trae riesgos para nuestra salud.

Pickles de jengibre

Ingredientes

- Jengibre fresco: 500 g
- Vinagre de arroz: 500 cm3
- Azúcar: 200 g
- Sal: 1 cucharada

Procedimiento

1. Pelar el jengibre, cortarlo en láminas muy finas y blanquearlo durante 30 segundos en agua hirviendo.

2. En una cacerola, agregar el vinagre, el azúcar y la sal, y calentar hasta que se disuelvan por completo.

3. Colocar las láminas de jengibre escurridas en un frasco resistente al calor y verter sobre ellas la mezcla de vinagre aún caliente.

4. Dejar enfriar y colocar en la heladera. Estará listo para degustar al día siguiente.

Isotiocianatos: el olor de los coles, las cebollas y el ajo

Imposible ocultar el olor que invade toda la casa cuando se cocina repollo, repollitos de Bruselas, coliflor, brócoli o rábano (todos vegetales que pertenecen la familia de las crucíferas). ¿Por qué este despliegue abrumador de olores?

Lo que sucede es que en estos vegetales hay abundantes compuestos azufrados, llamados “isotiocianatos”, que sufren transformaciones químicas durante la cocción.

Por efecto del calor, se generan compuestos volátiles como el sulfuro de hidrógeno (con su inconfundible olor a huevo podrido), el dimetil sulfuro, el amoníaco y gases mercaptanos, a partir de los precursores inodoros y no volátiles que inundan el ambiente. ¿Alguna estrategia para contrarrestar esto? Lamento decirles que no… Pero, si bien es inevitable que se produzcan estos olores al cocinar, lo que sí podemos hacer (¡y no es menor!) es tratar de que se genere la menor cantidad posible y que se escapen del vegetal durante la cocción, para que este no tenga luego un sabor desagradable.

Para lograrlo, la cocción debe hacerse en abundante agua y con la olla destapada (y la puerta de la cocina bien cerrada), con el propósito de ablandar solo los vegetales.

El olor característico de las cebollas y los ajos también se explica a partir de los compuestos azufrados que se originan al romperse las estructuras. Como vimos, dentro de una célula, las sustancias están convenientemente separadas para que solo entren en contacto cuando sea necesario. Al cortar, picar o aplastar un ajo o una cebolla, ponemos en contacto enzimas con sus sustratos (como en el proceso de oscurecimiento de los vegetales), y a partir de esas reacciones se generan nuevos compuestos –en este caso volátiles– que producen el olor inconfundible de la cebolla, ajo o cebollita de verdeo.

En el caso concreto del ajo, al cortarlo, el compuesto aliina (sulfóxido de cisteina) entra en contacto con la enzima alinasa, que la hidroliza (rompe), generando amoníaco y alicina. La alicina es volátil, así como el dialil disulfuro que se produce espontáneamente a partir de ella, lo que origina el clásico olor del ajo. A diferencia de lo que ocurre en la cocción de la coliflor, si los ajos son cocinados enteros, hay menos probabilidad de que la reacción ocurra, ya que, antes de que se rompan las estructuras celulares por la acción del calor, la enzima alinasa se desnaturaliza.

La cebolla, el puerro y la cebollita de verdeo, por su parte, contienen compuestos sulfurados que, al ser atacados por enzimas presentes en

el vegetal, se transforman en compuestos volátiles irritantes. Cuando esos compuestos llegan a los ojos, se generan lágrimas para lavarlos y así aliviar la sensación. Ahora bien, la pregunta del millón: ¿se puede evitar el llanto al picar cebolla? Existe una larga lista de consejos increíbles para aplacar el lagrimeo, que no tienen absolutamente ningún efecto real; como colocarse un pan o un corcho en la boca o mantener la canilla abierta mientras se pica o pedirle perdón a la cebolla antes de cortarla. Lo que sí sirve (cruzaremos las fronteras del ridículo, pero mantendremos los ojos intactos) es ponernos unas buenas antiparras; de esa forma, los compuestos irritantes no nos harán efecto. Otra posibilidad más discreta es guardar las cebollas que vamos a necesitar el día anterior en la heladera; esto

desacelera las reacciones químicas y la volatilidad y, como consecuencia, reduce los gases lacrimógenos.

Maravillas y bondades de las legumbres

Las legumbres son las semillas secas (con un máximo de 13% de humedad) de las plantas que pertenecen a la familia de las leguminosas. Al haber sido desecadas antes de su comercialización, tienen una prolongada vida útil. Pertenecen a este grupo, por ejemplo, las lentejas, los garbanzos, los porotos, las arvejas, o las habas.

Desde el punto de vista nutricional, son alimentos maravillosos; son fuente de fibras (entre ellas las que denominamos “fermentables”, aunque también contienen fibras no fermentables), de proteínas, hidratos de carbono de bajo índice glucémico, vitaminas y minerales (pero con bajo aporte de sodio). Por otro lado, tienen escasa cantidad de grasas, y no aportan colesterol ni gluten.

Otra característica particular es que tienen una disponibilidad reducida de almidón (debido en parte a su alto nivel de amilosa de 30 a 65%), lo cual favorece el bajo índice glucémico, es decir, la capacidad de no aumentar de manera abrupta el azúcar en sangre luego de ser consumidas.

Actualmente, tanto las harinas de legumbres[30] como las proteínas aisladas de legumbres se están utilizando y explorando cada vez más sobre todo en la corriente de la pastelería basada en plantas (*plant based*). También son un ingrediente muy interesante en los panes sin gluten, ya que su alto contenido en proteínas favorece la reacción de Maillard, la cual da como resultado costras crocantes y doradas.

Su cocción

Como todos los alimentos ricos en almidón, la mayoría de las legumbres deben cocinarse para hacerlas digeribles. ¿Cómo empezamos? Habitualmente, se recomienda remojarlas antes. Pero aclaremos: el remojo no es estrictamente necesario; es sobre todo recomendado con fines prácticos, ya que acorta luego los tiempos de cocción. Durante la cocción, se producen cambios que eliminarán algunas sustancias tóxicas (afortunadamente, estas desaparecen a temperaturas cercanas a los 100 ºC) y que permitirán la masticación y la digestión. Esas sustancias tóxicas a las que nos referimos son las antitripsinas, que pueden afectar la digestión, y las lectinas, que pueden provocar problemas intestinales. Las antitripsinas son proteínas inhibidoras de la tripsina, enzima gracias a la cual las proteínas son degradadas en el estómago para poder ser absorbidas. Con respecto a las lectinas, si bien no se sabe exactamente cómo

actúan, pareciera que pueden afectar la mucosa intestinal, dificultando los procesos de absorción de nutrientes.

Valor biológico de las proteínas (y no hablamos del coraje)

Muchas veces cuando se critican las dietas vegetarianas o veganas, se dice que las proteínas que se incluyen en la dieta tienen “bajo valor biológico”. ¿Qué significa? ¿En qué se basa esta asignación de mayor o menor valor a una proteína?

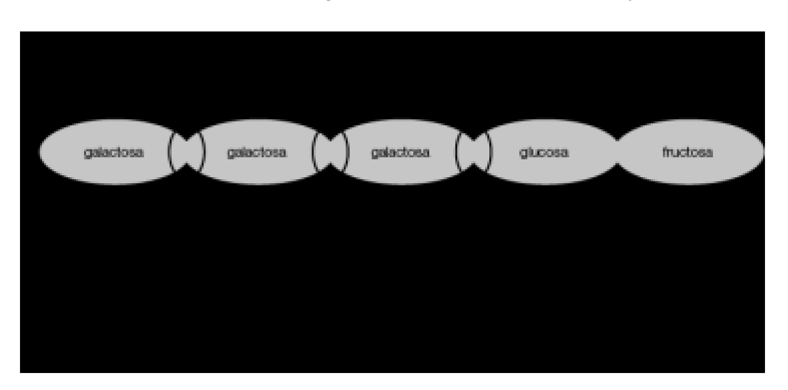
Veamos, primero que nada, la definición: el valor biológico de una proteína está determinado por los gramos de proteína formada en el cuerpo por cada 100 g de proteína alimentaria. Es decir que nuestro cuerpo puede aprovechar para reconstruirse o repararse el 100% de la proteína que ingiere.

Lo que determina este alto aprovechamiento es: el contenido absoluto de aminoácidos esenciales, las proporciones relativas de aminoácidos esenciales, sus proporciones respecto de aminoácidos no esenciales y la digestibilidad (la capacidad que tiene el sistema digestivo de hidrolizar y luego absorber los aminoácidos allí presentes).

Sin duda, la determinación del valor biológico no es sencilla y se han propuesto diferentes formas de evaluarla. Más allá de las opiniones, en líneas generales, se puede afirmar que las proteínas de origen animal tienen un mayor valor biológico que las vegetales. Sin embargo, una dieta vegetariana o vegana puede lograr un buen equilibrio si se desarrolla una buena conciencia nutricional. Según su origen, las

proteínas vegetales tienen diferentes aminoácidos limitantes (es decir, aminoácidos esenciales que no están presentes o lo están en proporción menor a la necesaria); es por esto que actualmente se considera que la combinación en la dieta de diferentes proteínas de origen vegetal (como las de las legumbres junto con las de los cereales) puede compensar la falta de ingesta de proteínas animales.

Otras sustancias incómodas (pueden generar flatulencias) pero no tóxicas, e inclusive muy saludables para incorporar en nuestra dieta, son los oligosacáridos (moléculas de bajo peso formadas por entre 2 y 9 moléculas de distintos azúcares) y las fibras. Más específicamente, los responsables de los gases son la estaquiosa y la rafinosa. La



estaquiosa está formada por cinco azúcares simples o monosacáridos: tres galactosas, una glucosa y una fructosa (las dos últimas forman el azúcar común o sacarosa), y la rafinosa, por tres azúcares simples: una galactosa, una glucosa y una fructosa, como muestra la figura 3.6.

Figura 3.6. Oligosacáridos no digeribles

¿Por qué se producen los famosos (e inconvenientes) gases? Nuestro sistema digestivo no puede romper las uniones entre las galactosas, por lo que esos oligosacáridos llegan intactos al intestino grueso. Allí, las bacterias los degradan y producen como desecho distintos gases (metano, hidrógeno y dióxido de carbono), responsables de la molestia y de un aroma no del todo agradable. La cantidad producida dependerá de varios factores: la forma de tragar y masticar, el tipo de bacterias presentes en el intestino, la cantidad relativa de esas

bacterias y el tipo de comida ingerida.

El alga *kombu* al rescate

En muchas recetas de cocción de legumbres y de arroz para sushi, se recomienda agregar alga *kombu* a la cocción. En el caso de arroz de sushi, se hace para que quede más brilloso gracias a los alginatos que contiene el alga kombu. Pero en el caso de las legumbres, el alga aporta beta galactosidasa y alfa galactosidasa, las cuales degradan los

oligosacáridos que nuestro organismo no puede degradar. De esta forma, su agregado disminuye el efecto de malestar que pueden traer los oligosacáridos.

La estrategia más efectiva para reducir la cantidad de oligosacáridos en la preparación final consiste en desechar el agua utilizada para el remojo, y luego del primer hervor (con agua nueva), volver a desecharla y recomenzar la cocción. Por otra parte, si las legumbres se van a agregar a una preparación compleja, como un guiso, conviene hacer el primer hervor por separado.

Antinutrientes, fibra, microbiota y salud[31]

Dentro de las bondades nutricionales de las legumbres, se destaca especialmente su aporte de prebióticos. Los prebióticos (llamados galactooligosacáridos) son sustratos que el organismo humano no tiene la capacidad de digerir por sus propios medios, ya que carecemos de las enzimas digestivas necesarias para poder hidrolizarlos. Por tal razón, llegan íntegros al intestino grueso, donde son fermentados selectivamente en el colon por las bacterias “buenas” que habitan allí, trayendo beneficios para la salud.

Estas bacterias forman parte de nuestra microbiota intestinal; es decir, de nuestro complejo ecosistema compuesto por trillones de microorganismos, bacterias en su mayoría, que habitan en nuestro intestino, particularmente en el colon.

Debido a las imprescindibles funciones que cumplen estos “bichitos” que no podemos ver a simple vista, la microbiota intestinal es considerada un órgano virtual. Algunas de sus acciones más importantes son fermentar la fibra y producir ácidos grasos de cadena corta, favorecer la absorción de minerales, modular el sistema

inmunológico, sintetizar sustancias como la serotonina ("la hormona de la felicidad"), y conectarse con el sistema nervioso central a través del eje intestino-cerebro.

Esta red ecológica depende principalmente de nuestra dieta y, en especial, del contenido en fibra alimentaria. Para que puedan alimentarse las bacterias buenas del intestino, es necesario que llegue al colon una alta cantidad de carbohidratos no digeribles.

Como vemos, por lo tanto, el consumo diario de fibra es un componente clave para una microbiota intestinal saludable. El gran desafío es realizar los cambios de comportamiento necesarios para incorporarla en la cantidad y variedad adecuada, ya

que solemos comer mucha menor cantidad de fibras de la que necesitamos y lo hacemos generalmente a través de una dieta poco variada. Respecto al consumo de legumbres como fuente de fibra, se estima que en Argentina el consumo promedio por persona por año es de 700 g de legumbres (50% de lentejas, 25% de arvejas en lata, 12% de garbanzos y el resto, porotos),[32] siendo uno de los países de Latinoamérica de menor consumo promedio. Como referencia, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016) el promedio mundial de consumo de legumbres es de unos 7 kg/persona/año. Tenemos, por lo tanto, una gran oportunidad y un gran trabajo por delante para reivindicar la importancia de su consumo.

Recordemos que, desde el punto de vista culinario, son muy versátiles, económicas, nutritivas, fáciles de almacenar y combinar. Se las puede usar cocidas, fermentadas o germinadas para la elaboración de brotes. Pensemos que una vez hechas, pueden ser parte de ensaladas, sopas, hamburguesas, purés, hummus o falafel, rellenos de vegetales, hervidas como guarnición, en croquetas, en preparaciones dulces como brownies de porotos, procesadas en rebozados de milanesas. Además, su uso en harinas (que detallaremos en el capítulo 4) para la elaboración de panificados, pastas y masas representa una oportunidad en el desarrollo de productos con un mejor perfil nutricional, en relación con el uso de harinas refinadas (que no tienen fibra, o solo una mínima cantidad).

Algunos consideran que requiere mucha planificación o esfuerzo prepararlas. Esto es muy relativo. Si bien es cierto que hay que tener en cuenta el prolongado tiempo de cocción y el consumo de energía necesario para cocinarlas, el remojo previo y/o la cocción en ollas a presión, puede acortar estos tiempos. En definitiva, no es excusa

suficiente para que las marginemos en nuestra dieta.

Como última sugerencia, para quienes aún no están habituados a consumir legumbres, recomendamos incorporarlas de a pequeñas cantidades, combinadas con otros alimentos; por ejemplo, 50% arroz y 50% legumbres. De esta manera, se irá acostumbrando de a poco al intestino y se evitará la producción excesiva de gases.

Para coronar esta apología a las legumbres, les dejo a continuación una receta maravillosa de falafel.

Falafel[33]

Ingredientes

- Garbanzos: 500 g
- Ajo: 4 dientes
- Trigo burgol extra fino: ¼ taza
- Pimienta negra: 1 cucharadita
- Ají molido: 1 cucharadita
- Pan de molde: 2 rodajas
- Perejil: 6 cucharadas
- Paprika dulce: 1 cucharada

Pan rallado: 2 o 3 cucharadas

Aceite neutro: c/n para freír

Procedimiento

1.

Remojar los garbanzos en agua toda la noche en la heladera.

2.

Pelarlos (se puede obviar este paso) y procesar hasta obtener una pasta homogénea.

3.

Hidratar el trigo burgol en agua caliente durante veinte minutos. Escurrir y secar con un repasador.

4.

Colocar la pasta de garbanzos en un bol e incorporar el trigo, el pan remojado y escurrido, la sal, el ají molido, la pimienta, los ajos triturados, el perejil y la paprika.

5.

Mezclar bien.

6.

Agregar pan rallado para obtener la consistencia deseada de la pasta, como para formar albondiguitas (puede que no sea necesario).

7.

Dejar descansar en la heladera unos treinta minutos.

8.

Formar las bolitas del tamaño de una nuez y freír en aceite caliente

hasta que estén doradas.

9.

Escurrir sobre papel absorbente.

10.

Servir enseguida.

Nota: para una correcta cocción (si los garbanzos no se cocinan bien durante la fritura, pueden ser indigestos, como ya explicamos), es fundamental que las bolitas sean pequeñas. Para facilitar la llegada del calor, también se pueden achatar formando una especie de pequeñas hamburguesitas.

Hecha ya la advertencia de salubridad, para mi gusto, lo mejor es comerlos dentro de un sándwich de pan de pita (abierto tipo bolsillo), con tomate cortado, cebolla finita, perejil y yogurt bien espeso condimentado con limón. O acompañado de todos los vegetales frescos o encurtidos que te gusten.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Por qué, al colocar espinaca en agua hirviendo, el color es más brillante? Entre las células vegetales, existen pequeñas celdas con aire que tienen el efecto de reflejar la luz y, por lo tanto, hacen que el color se vea más apagado. Cuando colocamos la espinaca en agua hirviendo, forzamos la salida del aire de esas celdas, y el color aparece en todo su esplendor.

2.

¿Por qué flotan las manzanas? Las manzanas tienen una gran cantidad de aire entre sus células. Por tal razón, su densidad final es inferior a la del agua, lo que hace que floten.

3.

¿Es cierto que, para que los vegetales queden más verdes, hay que agregar más sal al agua a fin de que suba la temperatura? La sal eleva muy poco el punto de ebullición del agua; de hecho, las cantidades que podemos agregar equivalen a la diferencia entre un día de presión alta y uno de presión baja. Por otra parte, el color de los vegetales verdes no se altera por la cantidad de sal en el medio de cocción, sino por el método utilizado.

4.

Para evitar que las hojas se pongan negras, ¿es mejor cortar con un cuchillo de cerámica que con uno de metal? Hoy en día, la mayoría de los cuchillos, salvo raras excepciones, son de acero inoxidable; es decir que tienen muy poca reactividad frente a los alimentos. El problema, por lo tanto, no es el metal sino el efecto de cortar; dependiendo de cuán filoso sea el cuchillo, dañaremos mayor o menor cantidad de células. Cuantas más células lastimemos, más rápidamente cambiará el color de las partes dañadas. Por esta razón, para retrasar un poco el oscurecimiento, podemos cortar suavemente con las manos. Así, separamos el tejido por los espacios intercelulares, y dañaremos el interior lo menos posible.

5.

¿Es verdad que, si se agrega sal al agua de cocción de las legumbres, estas quedan más duras? Hay muchas informaciones contradictorias al respecto. En nuestra experiencia, si se cocinan con sal, solo quedan más saladas y más sabrosas.

6.

¿Por qué, al mezclar el jarabe de arándanos con claras batidas a nieve, quedan de un color azulado y, al mezclarlas con crema, de color violeta? Los pigmentos de los arándanos pertenecen al grupo de las antocianinas. Como son muy sensibles a los cambios en la acidez del medio, ante el pH ligeramente básico (contrario a la acidez) de las claras, el color tiende al azul y, con la crema, que es ligeramente ácida, queda de un violeta más rojizo, similar al del repollo colorado.

7.

¿Por qué, aunque estén en la heladera, los vegetales cocidos se pudren antes que los vegetales crudos? Debido al efecto de la cocción, las estructuras celulares se desarman y los nutrientes que contienen las células vegetales están más disponibles para que los microorganismos se alimenten de ellos, se reproduzcan y, por lo tanto,

“pudran” el alimento.

8.

¿Los vegetales pierden la misma cantidad de vitaminas al cocinarlos al vapor que por inmersión en agua? Durante la cocción de los vegetales, la pérdida de vitaminas puede ocurrir a través de dos mecanismos. Por un lado, a través de la alteración que genera la temperatura sobre la estructura química de algunas vitaminas, inactivando su efecto biológico. Por otro, si las vitaminas son hidrosolubles (se disuelven en agua), a través de su pasaje al medio de cocción. Es decir que, a igual

temperatura y tiempo de cocción, el vegetal conservará más vitaminas si la cocción se hace al vapor. Sin embargo, igualmente habrá pérdidas, debido a la temperatura.

[20] Si les interesa el tema, les recomiendo enfáticamente el maravilloso libro de Luis G. Wall, *Historias del inframundo biológico* (Buenos Aires, Siglo XXI, 2020). Dicho esto, recordemos que los hongos no pertenecen al reino vegetal, sino que tienen su propio reino.

[21] Véase el apartado “De vacas, bacterias y celulosa”, que está a continuación.

[22] Receta del Instituto Argentino de Gastronomía.

[23] Receta de Martín Russo (@chemartin, @lafermentaduria).

[24] Véase el capítulo 5, “Los almidones”, en este mismo libro.

[25] Véase “Las preguntas de la libretita” del capítulo 6, “Los azúcares”, en este mismo libro.

[26] Véase el apartado “¿Qué es el pH?”, a continuación en este mismo capítulo.

[27] Tomado de *On Food and Cooking*, de Harold McGee (Nueva York, Scribner, 2004).

[28] Véase el capítulo 2, “Las carnes”, en este mismo libro.

[29] En los panes de masa madre (en los que la fermentación del pan es lenta), este efecto es muy notable, ya que el tiempo permite que

haya una mayor disolución de pigmentos. A esto se agrega que, al ser masas ácidas, los compuestos fenólicos tienden a un color violeta muy atractivo.

[30] Véase el capítulo 4, "Las harinas", en este mismo libro.

[31] Este apartado está escrito en colaboración con la licenciada en Nutrición Guadalupe Benavidez.

[32] Datos tomados de la Cámara de Legumbres de la República Argentina (Clera).

[33] Receta (¡perfecta!) del libro *Lamroth tradición y sabores*, publicado en 2013 por la Asociación Religiosa y Cultural Israelita Lamroth Hakol, que me regaló Dina Strauss.

4. Las harinas

No solo de trigo o pan vive el hombre

Es importante separar la paja del trigo.

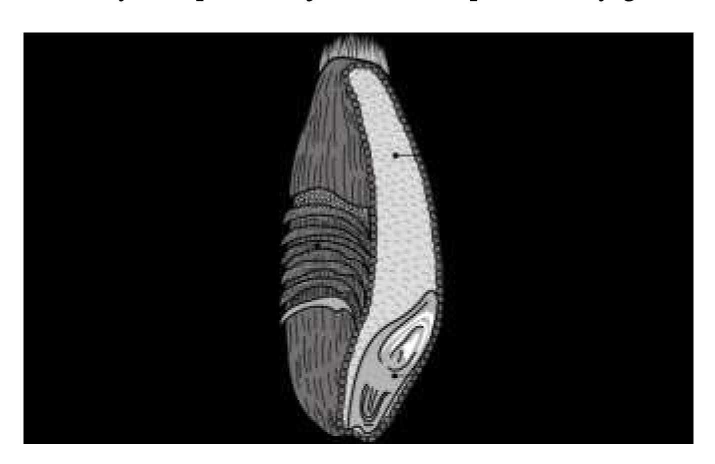
Dicho popular

Cuando hablamos de harinas, inmediatamente pensamos en aquellas que provienen de la molienda de las semillas del trigo.[34] Sin embargo, la harina es el resultado de la molienda de cualquier grano o semilla. En efecto, hoy es sencillo encontrar en el mercado harinas de muy variados orígenes: de cereales, de legumbres, de frutos secos, o de semillas como el coco (sí, es una semilla, aunque usualmente lo clasifiquemos como fruta).

La semilla es el proyecto de vida de una nueva planta; contiene el embrión que, en las condiciones adecuadas, propagará y perpetuará la especie. En la naturaleza, podemos ver estrategias muy diversas de lograr este objetivo: desde el colorido atractivo y la promesa de mucho alimento en las frutas, hasta la aerodinamia de los frutos que contienen las semillas de diente de león (¿quién no sopló un "panadero" en la infancia?), o de algunos árboles como el arce.

La mayoría de las semillas están equipadas con el alimento necesario para transitar la primera etapa de vida, hasta que desplieguen sus hojas y puedan nutrirse por sí solas a partir de la fotosíntesis. En general, este alimento se encuentra almacenado en forma de almidón (como el caso del trigo), o de grasas (como sucede en los frutos secos).

Ahora bien, cada tipo de harina tendrá distintas características y composición de acuerdo con la materia prima (el tipo de semilla o grano) que le ha dado origen, pero también según el tipo de molienda o refinado que ha sufrido. Utilizándolas en combinación con otras, o solas, podemos lograr preparaciones no solo deliciosas, sino también con mayores porcentajes de fibra, proteínas y grasas saludables.



La harina de trigo

La harina de trigo proviene, como su nombre lo indica, de la molienda del grano de trigo. Para adentrarnos en los diferentes tipos de harinas derivadas de estas semillas veamos, primero que nada, la estructura típica de un grano.

Figura 4.1. Estructura del grano de trigo

Una vez que se quita la cáscara, podemos ver que el grano de trigo está formado por tres partes principales: el salvado o pericarpio, el endospermo y el germen.

El salvado a su vez está compuesto por varias capas celulósicas que son muy ricas en fibras. También tienen proteínas y algo de almidón.

El germen, por su parte, es el embrión a partir del cual se desarrollará una nueva planta.

Dependiendo del tipo de harina que se vaya a elaborar, el germen se conserva o se separa del endospermo, que es la parte que le

proporciona energía a la semilla (por eso, es rica en almidón) y tiene un protagonismo total en la producción de harinas blancas.

De hecho, las harinas blancas o refinadas resultan de la molienda del endospermo únicamente. Por el contrario, en la molienda de harinas integrales se conserva en mayor o menor medida el pericarpio y el germen, lo que hace que sean más ricas en fibra y tengan mayor cantidad de grasa. Sin embargo, esto también implica que su vida útil de alta calidad será menor, ya que las grasas (del germen) se pueden oxidar con el tiempo, la temperatura y la humedad, produciendo sabores rancios. Por esta razón, si no las

usamos con regularidad, es conveniente conservarlas bien cerradas en la heladera (la temperatura de refrigeración retrasará el enranciamiento).

Las harinas integrales: cuando el tamaño importa

Como dijimos, en las harinas integrales el grano se muele entero (el pericarpio, el endospermo y el germen) sin la cáscara. El grado de molienda influye muchísimo en el comportamiento de estas harinas en la panificación. Cuanto más fina sea la molienda, mejor podrá la trama de gluten atrapar los pedacitos de pericarpio. Por el contrario, si la molienda es gruesa, el gluten no es capaz de formar una malla, ya que habrá pedacitos que la interrumpan. En efecto, si miráramos a nivel molecular, podríamos ver cómo esas pequeñas porciones actúan como navajas.

Veamos la composición promedio aproximada de cada una de las posibles harinas obtenidas y del salvado:

Tabla 4.1. Composición aproximada de harina blanca, harina integral y salvado **Componente**

Harina blanca Harina integral Salvado de trigo

Agua

14,1%

12,5%

17,2%

Proteínas

11,7%

13,3%

15,5%

Total de hidratos de carbono

72,5%

71,7%

63,8%

• Fibra

2,5%

10,8%

43,1%

• Azúcares

0,3%

0,4%

0,4%

• Polisacáridos (incluye el almidón)

69,7%

60,5%

20,3%

Grasa

1,7%

2,5%

3,5%

De acuerdo con la manera y la proporción en que se incorporen las diversas partes del grano, tendremos harinas distintas. Para empezar, según se separe más o menos pericarpio hasta la obtención final, las harinas integrales tendrán mayor o menor cantidad de fibra. A mayor cantidad de pericarpio, mayor cantidad de fibra, lo cual a su vez suele dar como resultado harinas más oscuras a simple vista.

El endospermo, por su parte, está compuesto fundamentalmente por hidratos de carbono (el tejido de reserva energética) y proteínas. Dentro de los hidratos, tendremos como componente principal al almidón,[35] el cual representa aproximadamente un 95% de su constitución. El porcentaje restante está constituido por polisacáridos no almidonosos, principalmente arabinoxilanos, que son polisacáridos formados por unidades de xilosa (monosacárido de cinco carbonos) con algunas arabinosas (monosacárido de cinco carbonos) unidas a las cadenas. A pesar de su baja proporción en la harina, los arabinoxilanos son importantes: tienen una gran capacidad de retención de agua (entre cinco a diez veces su peso) e interactúan con la matriz de gluten dando fuerza a las masas. De hecho, las harinas con alto contenido de arabinoxilanos pueden impedir la formación de la miga, debido a que estos

“compactan” la red de gluten y así impiden la relajación y crecimiento de la masa.

La germinación del poroto

Qué sorpresa ver un brote verde en un poroto que estaba seco y guardado en una bolsa en la alacena…

Esta experiencia, que hicimos casi todos en la escuela primaria, muestra muy claramente en qué momento se vuelve decisiva toda esa acumulación de almidón (sustancia de reserva) que tienen las plantas. El experimento tradicional consiste en colocar algunos porotos en las paredes internas de un frasco, sujetos con un papel secante mojado, mantener la humedad, esperar unos cuatro o cinco días y… *voilà!* Allí

nace una pequeña raicita y una planta diminuta, con tallo y hojas.

¿Qué es lo que ocurrió? Las semillas de las legumbres, al igual que casi todas las semillas, tienen un germen (embrión de planta) que está rodeado de alimento para las primeras etapas de su desarrollo. Cuando humedecemos el poroto, le damos condiciones parecidas a las que habría tenido en la tierra, con lo cual los mecanismos de desarrollo que estaban dormidos "se despiertan" y el embrión comienza a crecer. Para todo crecimiento hace falta alimento, y hasta que las hojas no se desarrollen para fotosintetizar (que es su modo de alimentarse), es necesario utilizar el alimento almacenado, o sea, el almidón que rodea al germen. Las enzimas alfa y beta amilasa convierten el almidón en azúcares que el embrión puede consumir como energía para hacer crecer la nueva planta. En la germinación del poroto se ve muy claramente que, a medida que van surgiendo las raíces, el tallo y las hojas, lo que antes era una semilla hinchada (con almidón acumulado) se va convirtiendo en un envase vacío.

En el endospermo, también se encuentran las enzimas que degradan el almidón en maltosa y glucosa (para nutrir a la futura planta) y que alimentan a los microorganismos, como las levaduras puras agregadas a la masa o masa madre. Sin estas enzimas, no puede ni crecer una planta ni levar una masa.

Ahora bien, la magia que tiene la harina de trigo sin dudas se la debe al gluten: un conjunto de proteínas capaz de crear una malla que absorbe parte del agua, atrapa el gas generado durante la fermentación y los gránulos de almidón gelatinizados, y contribuye en gran medida a mantener la forma del pan luego de la cocción.

Si miramos en la etiqueta de una determinada harina su composición nutricional, nos indicará la cantidad de proteínas que contiene. En una harina blanca, aproximadamente el 85% de estas proteínas son las que forman el gluten. Como se muestra en la tabla 4.1, una harina integral tiene mayor porcentaje de proteínas que una harina blanca; sin embargo, una porción de estas forma parte del pericarpio y no contribuye a la red de gluten. En lo que sí se traduce este mayor porcentaje es en una mayor absorción de agua. Por esta razón, en los panes integrales o con un porcentaje de harina integral se debe agregar más agua para lograr una masa maleable.

Ahora bien, ¿de qué depende la calidad panadera de las harinas? Podemos decir que está determinada por la variedad de trigo, el lugar

y el momento de cultivo, y los tratamientos posteriores. Además, según la parte del endospermo de la que se haya obtenido, una harina tendrá distintas cantidades de contenido y de tipos de gluten.

Dependiendo de estas cualidades, las masas serán más o menos elásticas (pueden

estirarse sin romperse y volver a la forma inicial), tenaces (oponen resistencia a la deformación) y plásticas (permiten darle forma). Las que se usan para hacer pan de masa madre, por ejemplo, son las que se llaman "harinas de fuerza" (con cualidades intermedias de tenacidad, plasticidad y elasticidad). Estas formarán la suficiente cantidad de gluten para lograr una masa esponjosa y liviana.

Las complicaciones del panadero viajero

A diferencia de lo que ocurre con muchísimos alimentos, que tienen la misma denominación internacional, en el caso de las harinas de trigo esta varía enormemente.

Así, por ejemplo, si bien tanto en la Argentina como en Italia se clasifican como 0,[36]

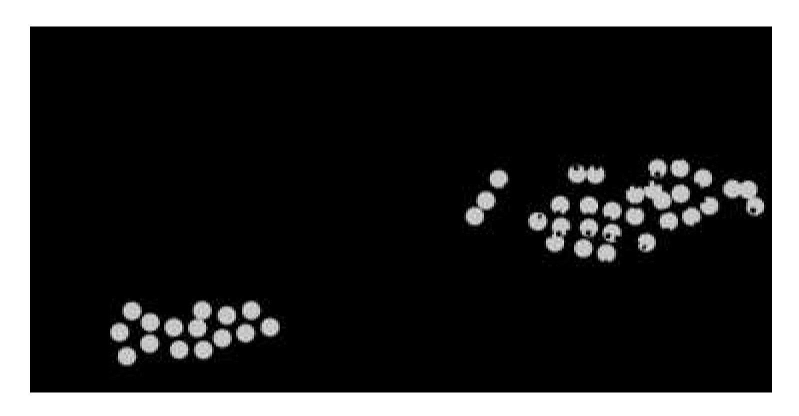
poseen particularidades distintas en cada uno. En otros países, a la harina para hacer pan se la denomina "harina panadera" o "harina de fuerza". En Francia, por otro lado, se las clasifica con la letra "T" seguida de un número.

Como si esta complicación no fuera suficiente, más allá de la cantidad de proteínas que posee una harina, al provenir de distintos tipos de trigo, las características de esa red formada es muy diferente.

¿Perdidos? Hay más. Otra variable es la cantidad de enzimas, ya que si la actividad enzimática de las amilasas es muy significativa, las posibilidades de sobrefermentación en un pan (la degradación excesiva del almidón) son mucho más habituales. Mientras que con baja actividad enzimática las fermentaciones largas son posibles sin dañar la estructura del pan, con alta actividad una fermentación muy larga puede llevar al fracaso.

¡A no desesperar! Hay maneras de predecir el comportamiento de una harina analizando determinadas características. Inclusive con algunas

pruebas caseras.



La red de gluten

El gluten es simplemente maravilloso. Se forma por hidratación de dos grupos de proteínas: al agregar agua a la harina, las gluteninas y las gliadinas se hidratan y asocian para formar una malla o red que contendrá al resto de los ingredientes del pan.

Las gliadinas le confieren extensibilidad y plasticidad a las masas, mientras que las gluteninas le dan elasticidad.

Antes de la hidratación, estos dos grupos están separados: es como si tuviéramos varios ovillos de lana, que una vez tejidos serán una bufanda, pero que antes son solamente los materiales necesarios. En vez de agujas, se van a necesitar agua, movimiento y tiempo.

Figura 4.2. Proteínas de trigo, proteínas formadoras de gluten

En la figura 4.2, vemos una representación de las gluteninas y las gliadinas que forman la red de gluten.[37]

Luego de la molienda, ya sea por la acción del oxígeno del aire o por la adición de oxidantes para acelerar el proceso, se produce la oxidación de la parte terminal de las gluteninas, lo que permite que formen largas cadenas. Estas cadenas se comportan como elásticos que pueden extenderse bajo presión. Una vez que cede esta presión, algunos de ellos vuelven a tomar la forma original. Entre las cadenas largas de gluteninas, las gliadinas funcionan como rulemanes y permiten la extensibilidad; es decir, impiden que las cadenas se unan

entre sí en una estructura demasiado fija y compacta.

Cambia, todo cambia: el efecto del oxígeno en el color de la harina

La harina tiene un pigmento amarillo compuesto por un 95% de xantofila. Ahora bien, el blanqueo del pigmento natural del endospermo de trigo por oxidación se produce rápidamente cuando se expone la harina al oxígeno del aire. El mismo proceso se dará de forma más lenta si se expone la harina a granel. También se puede acelerar por tratamientos químicos, a través de blanqueadores (que solo afectarán el color, no las cualidades panaderas de la harina).

Los sucesivos amasados, pliegues o laminados que se les dan a las masas van formando una red pareja y con la orientación deseada para cada preparación.

Si durante la preparación de la masa no se logra una malla uniforme, se notará al momento de darle forma al pan o al cocinarlo, ya que este tendrá mayor desarrollo en los lugares en los que la malla sea más débil y esto generará un crecimiento desparejo (veremos una especie de globos o protuberancias en la superficie).

Pan que no se amasa: el movimiento que no vemos

Para apreciar en todo su esplendor la maravilla de la hidratación de las proteínas del gluten y el movimiento interno del agua, les propongo hacer esta receta súper sencilla.

Se puede hacer con masa madre (para aquellos que tengan) o con levadura (los porcentajes corresponden a la expresión en porcentaje panadero).

Ingredientes (con masa madre)

- Harina 000: 396 g (100%)
- Masa madre: 99 g (25%)
- Agua: 297 g (75%)
- Sal: 10 g (2%)

O bien:

Ingredientes (con levadura)

- Harina 000: 434 g (100%)
- Agua: 356 g (82%)
- Levadura seca: 1 g (0,3%)
- Sal: 9 g (2%)

Procedimiento

1. Mezclar todo en un bol.

2.

Taparlo con una bolsa para que no se seque la superficie.

3.

Dejar fermentar a temperatura ambiente (ideal entre 20-25 ºC) entre ocho y veinte horas (hasta que duplique el volumen).

4.

Desmoldar la masa sobre una placa enharinada y, con movimientos rápidos, enrollarla sobre sí, o bien ponerla en un molde enmantecado y enharinado.

5.

Encender el horno para que vaya calentando hasta alcanzar los 230-250 ºC

(temperatura máxima).

6.

Esperar una hora.

7.

Cocinar con vapor durante los primeros veinte minutos.

8.

Pasado ese tiempo, bajar la temperatura a unos 200-220 ºC y finalizar la cocción.

Los movimientos de amasado van produciendo la asociación de la gliadina y la glutenina, dando lugar a una masa cada vez más firme (tensa), una red más compacta.

Si la dejamos en reposo, una parte de esta red se desarma (ya que son asociaciones y no uniones verdaderas); esto se conoce comúnmente en panadería como “una masa relajada”. Esta instancia permite recomenzar el ciclo de amasado para lograr nuevas asociaciones. En todo proceso de elaboración de una masa, hay períodos de relajación y tensión alternados; es por esto que verán que entre cada uno de los

pasos dentro de las recetas siempre habrá un tiempo de descanso. Cada movimiento, por sencillo e inofensivo que parezca, genera asociaciones. Dejar que se relaje la red de gluten entre cada paso es fundamental, ya que si se rompe, está la posibilidad de que no se pueda volver a armar. No suele suceder cuando se amasa a mano, pero sí puede ocurrir en amasadoras.

Cómo predecir el comportamiento de una harina

Para predecir el comportamiento de una harina y entender las posibles diferencias de acuerdo con su origen, es importante conocer la cantidad de gluten, pero también las propiedades de la malla de gluten. En mi opinión, una de las mejores herramientas para hacerlo es el alveógrafo de Chopin.[38] En la prueba alveográfica, una muestra de masa se somete a una presión de aire y se deforma en una burbuja. Este modo de extensión reproduce la deformación de la masa bajo la influencia del aumento de gas carbónico durante la fermentación.

La prueba incluye cuatro etapas:

1. Amasado de una mezcla de harina y de agua salada.

2. Preparación de cinco amasijos.

3. Reposo de la masa.

4. Hinchado automático de cada amasijo hasta la explosión de la burbuja.

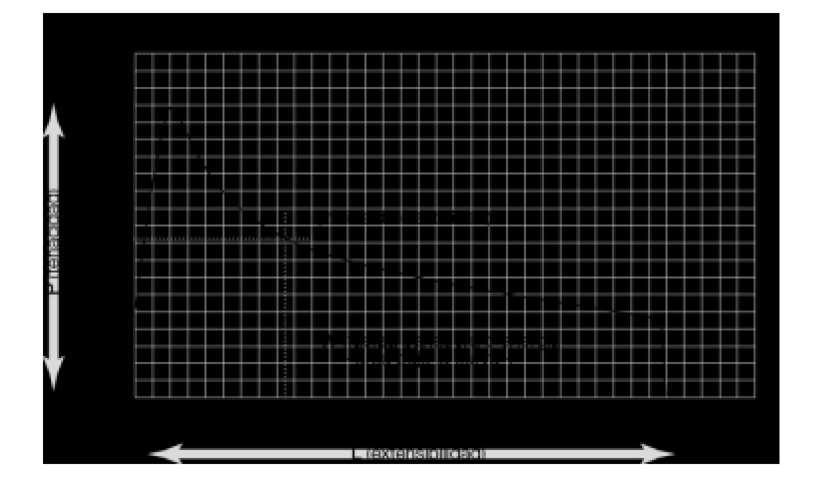


Figura 4.3. Alveograma: curva que relaciona la presión ejercida en función del tamaño de la burbuja de masa formada

Fuente:

KPM

Analytics,

“Characteristic

Curve

and

Measurements”,

disponible

en

<www.kpmanalytics.com/products/alveograph-test-series>.

En la primera parte, hay un aumento muy importante de la presión sin que haya un cambio de volumen de la masa. Como muy bien me lo explicó mi amigo Nicolás A.

Mercante,[39] es lo mismo que ocurre al inflar un globo. Al principio, hasta vencer la resistencia o inercia del material, hacemos mucha

fuerza con nuestros pulmones para lograr la presión necesaria; sin embargo, no cambia el volumen. Ahora bien, una vez vencida esa resistencia, el globo comienza a inflarse.

Siguiendo con esta analogía, el final de la curva es cuando el globo se rompe. Es decir, cuando no podemos estirar más la malla formada por la red de gluten de la masa.

De la figura anterior, obtenemos varios datos sobre las cualidades de la harina y, sobre todo, de la red de gluten. La "P" representa la tenacidad –es decir, la resistencia a la deformación de la masa–, y la "L", la extensibilidad. La relación entre ambas variables expresa la elasticidad (recordemos que esta es la capacidad de un material de deformarse y recuperar su forma, por más que nuestro sentido común lo asocie con la extensibilidad). La "W",[40] por último, representa la fuerza, que también nos da un indicio de la capacidad que tiene la harina de absorber agua.

Determinación de gluten húmedo/seco

Otra forma de predecir el comportamiento de una harina es la determinación de la cantidad de gluten húmedo y gluten seco (se obtiene secando el gluten húmedo).

La prueba es sencilla y se puede hacer en casa. En primer lugar, se hace una masa con 100 g de harina. Luego, se lava con agua para arrastrar todo el almidón atrapado en la malla de gluten formada y, a continuación, con una solución salina diluida, que ayudará a eliminar las proteínas globulares (ya que solo queremos evaluar el gluten).

Las proteínas que quedan en la malla son las que formaron el gluten.

Aunque no se haga con la precisión del laboratorio, esta prueba es muy divertida y es genial para ver la malla.

La malla de gluten (demostración para hacer en casa)

Ingredientes y elementos necesarios

Harina de trigo: 50 g

- Agua: 30 g
- Colador
- Bol
- Balanza

Procedimiento

1.

Hacer una masa con harina de trigo con 50 g de harina y unos 30 g de agua.

2.

Amasarla hasta lograr una bolita homogénea. Colocarla en un colador, dentro de un bol con agua y masajear. Por efecto del masaje y el agua, se irán desprendiendo los gránulos de almidón de la red. En el bol notarán que el agua irá perdiendo transparencia y la bolita de masa se irá achicando.

3.

Continuar masajeando en otro bol o debajo de un chorro de agua hasta que el agua salga transparente.

4.

Las proteínas del gluten serán las que quedan en la malla (las que no disolvió el agua).

5.

Pesar y calcular el porcentaje de gluten húmedo. Dependiendo del tipo de harina, oscila entre el 20 y el 40%.

Según el producto que se quiera elaborar, se elegirán diferentes tipos de harinas:

- Harinas extensibles para galletitas o pizzas.

- Harinas muy tensas y con un alto “W” para panes que llevan mucha manteca y yemas, como los *panettoni*. Este tipo de panes, que necesitan mucha fuerza y tenacidad, se denominan “muy enriquecidos” (por el agregado de las materias grasas que interrumpen la trama del gluten). El uso de estas harinas permite que, a pesar de todos los ingredientes “que interrumpen”, se logre un buen alveolado y forma.

Si observamos la tabla 4.1, veremos que en la composición de las harinas integrales hay mayor porcentaje de proteínas. Habitualmente, asociamos la cantidad de proteínas contenidas con la cantidad de gluten. Para las harinas blancas, esto es correcto (aunque no conozcamos las cualidades de ese gluten); sin embargo, en el caso de las harinas integrales, no: dado que el salvado contiene alta cantidad de proteínas, el porcentaje se ve aumentado, pero no necesariamente aumenta la cantidad de aquellas encargadas de formar el gluten. Esta es una de las razones por las cuales las harinas integrales necesitan más agua para que se logre un mismo grado de hidratación de la miga. En efecto, podremos observar que en las recetas de panes integrales se suele indicar un mayor porcentaje de agua.

Test casero de las cualidades de una harina

Necesitaremos solamente 100 g de harina y 70 g de agua. En primer lugar, mezclamos y dejamos reposar durante cuarenta minutos. Luego, amasamos. Al amasar, se pueden evaluar varias cosas: si la cantidad de agua agregada es suficiente; la velocidad en la que gana tensión (y si esta se mantiene) y cuánto se estira la masa sin romperse.

Es bueno hacerlo con una harina con la que estemos habituados a trabajar y, a la vez, con alguna nueva con la que queramos

experimentar. De esta forma, la comparación en el comportamiento nos ayudará a ajustar las recetas. También podemos probar una misma harina con diferentes cantidades de agua para evaluar hasta cuánto podemos diluir el gluten sin que deje de comportarse como una masa.

En lo que refiere al salvado, su grado de molienda es crítico, ya que aquello que vemos como pequeños pedacitos de cereal, para una red formada a nivel molecular son como enormes piedras que habrá que levantar con mucho esfuerzo o atrapar dentro de la red.

Por esta razón, cuanto más fina sea la molienda de estas harinas, más esponjoso y liviano será el pan.

*

Volvamos a la red de gluten. ¿Por qué se forma y, si no movemos la masa, se relaja?

Este fenómeno se debe a que, fisicoquímicamente, entre las proteínas ocurren "uniones"

verdaderas y "atracciones". Las uniones verdaderas no se rompen con el paso del tiempo, mientras que las atracciones sí. Estas atracciones son del tipo polar y no polar; es por esta razón que distintos ingredientes agregados a la masa afectan la formación y/o estructura de la malla de gluten (como se detallan el la tabla 4.2).

Tabla 4.2. Factores que afectan las propiedades de la trama de gluten
Ingrediente o Efecto

Comentarios

proceso

Tipo de harina

El contenido de proteínas que pueden formar el gluten depende del tipo de grano, de la selección durante la molienda y los tratamientos posteriores de la harina. A su vez, las cualidades del gluten son diferentes según el tipo de trigo del que provenga.

Cantidad de agua que

La matriz de la red de gluten se forma en el agua. Cada tipo de harina tendrá un máximo y mínimo de La cantidad de agua que una harina puede absorber es

se agrega a la masa

hidratación. Con muy poca agua, la red no puede extenderse; por el contrario, con demasiada agua, la directamente proporcional a la cantidad de proteínas

red no logra contenerla.

que posee.

Amasado,

plegado,

Para una misma harina y una misma hidratación, la técnica que se elija (con sus respectivos tiempos de laminado o reposo

descanso y tensión) afecta de forma particular los entrecruzamientos y, por lo tanto, la arquitectura que tendrá la red de gluten. Para la misma relación peso/volumen se pueden obtener migas muy diferentes.

Sal

Refuerza la trama del gluten (además de tener un efecto inhibidor sobre las levaduras y algunas El refuerzo de la trama de gluten se da al bloquear las

proteasas). Si bien se agrega a las masas por el sabor, no es indispensable para hacer el pan. Si no se repulsiones polares netas entre las proteínas.

agrega se debe controlar más de cerca la fermentación.

Acidez

La trama de gluten se vuelve más extensible con los mismos niveles de hidratación. Si es extrema, la Los iones ácidos aumentan las cargas positivas y por lo

acidez puede impedir que se le pueda dar forma al pan. Se usa como ingrediente en algunas recetas tanto se repelen y no forman uniones entre proteínas.

donde se pretende una masa muy fina.

En los panes de masa madre, es su acidez (además de su mayor hidratación) lo que hace las masas más blandas.

Aguas duras

Las aguas duras son las que contienen iones calcio y magnesio y su efecto es reforzar la trama de gluten.

Al ser iones dipolares forman uniones entre dos

Si son muy abundantes, puede que se necesite utilizar ablandadores (sustancias que capturan los iones).

proteínas.

Aceites y grasas

Limitan la fuerza de la trama de gluten, ya que se asocian a algunos de los lugares que justamente Las atracciones no polares en la formación de la trama

contribuyen a formarla. Hay recetas en las que se agregan al principio (como en las pizzas), dado que no de gluten son muy importantes.

se busca una masa tan tensa. En las recetas en las que la proporción es abundante (ej.: *brioches*), se agregan luego de que la red esté formada. De todas maneras, son masas que por lo general se hornean Es por esta razón que, dependiendo del momento en

en molde, ya que de lo contrario no mantendrían la forma deseada.

que se agregue la materia grasa en una receta, el

resultado es totalmente diferente.

Si se agrega antes de la formación de la trama en un

pan de *brioche* o inclusive un pebete, el resultado

será desastroso: no se llegará a formar la buena trama

que se necesita para alcanzar una linda miga.

Azúcar

Limita la fuerza del gluten. Puede ayudar a la fermentación, pero en exceso la detiene o la hace más El azúcar, al ser polar pero ser una molécula mucho

lenta (dependiendo del tipo de levadura, variará el porcentaje de azúcar adecuado para la preparación).

más grande que los iones de sodio y cloro que forman

la sal, impide el acercamiento entre partes de las

proteínas.

Leche

Limita la fuerza del gluten debido al contenido de proteínas y emulsionantes. A su vez, retrasa la Las migas son más tiernas.

retrogradación del almidón.

Más allá del gluten, el gel formado por los gránulos de almidón durante la cocción también juega un papel importante en la textura del pan. Si durante el amasado o formado no integramos y rodeamos a cada gránulo de almidón de agua, cuando se cocine quedarán islotes de harina cruda que serán la vergüenza del panadero.

A su vez, es por culpa de las propiedades del almidón que el pan se endurece, como veremos más adelante. Los panes de masa madre tienen, en este sentido, un gran punto a favor: por el tipo de fermentación más prolongada al que son sometidos, y gracias a la acidez que poseen, su endurecimiento se ve demorado.

#SinTACC #SinGluten #GlutenFree: enfermedad celíaca

¿Por qué las personas con enfermedad celíaca no pueden consumir trigo, avena, cebada o centeno si la única harina que forma malla de gluten es la de trigo?

El Ministerio de Salud de la Argentina define la celiaquía como “una intolerancia permanente al gluten, proteína que se encuentra en el trigo, avena, cebada y centeno, que afecta al intestino delgado de las personas con predisposición genética. La enfermedad puede aparecer en cualquier momento de la vida, desde que se incorpora gluten a la

alimentación hasta la adultez avanzada. El consumo de gluten por una persona con celiaquía afecta la mucosa del intestino y disminuye la capacidad de absorber nutrientes".[41]

Las proteínas se clasifican en dos grupos: prolaminas y gluteninas. Las prolaminas reciben distintos nombres según el cereal de origen:

- trigo: gliadina
- avena: avenina
- cebada: hordeína
- centeno: secalina

El gluten de los cereales mencionados es la forma más conocida de presentación de las prolaminas, tóxicas para los celíacos. La que constituye el mayor problema es la gliadina, dado que es la más utilizada en la industria alimenticia.

La avena, por su parte, aunque pareciera no producir daño, en su proceso de industrialización puede encontrarse contaminada con granos de trigo, cebada o centeno.

En otras palabras, solamente uno de los dos grupos de proteínas (prolaminas), que una vez hidratadas formarán la malla de gluten, son las que causan los síntomas.

Si bien las prolaminas y gluteninas de la cebada, la avena y el centeno no forman malla de gluten, siguen funcionando como agentes reactivos en personas con celiaquía.

En algunos países, se permite la denominación de "libre de gluten" a preparaciones que contengan avena. Aparentemente, no toda la población celíaca es sensible a este cereal.

Las enzimas de la harina

Amilasas: enzimas que cortan el almidón

Como dijimos, la mayor parte de las proteínas presentes en la harina son las que forman el gluten; además, son las más importantes en el amasado. Sin embargo, en la elaboración de un pan es fundamental también considerar la actividad enzimática de una harina. Cuando hablamos de enzimas, hablamos de cierto tipo específico de proteínas que permiten que las reacciones químicas ocurran rápidamente.

Dentro de las enzimas fundamentales contenidas en la harina, podemos encontrar a las amilasas, que son las encargadas de romper el almidón en unidades más pequeñas. Esta ruptura da como resultado azúcares fermentables (que les sirven de alimento tanto a las levaduras como a la combinación de lactobacilos –bacterias– presentes) y moléculas de dextrinas (almidones cortos) que, al permanecer más tiempo hidratadas, le darán a los panes mayor durabilidad y humedad.

Dentro de las amilasas, hay dos importantes. En primer lugar, la alfa amilasa, que corta el almidón (tanto a la amilosa como a la amilopectina) en moléculas más pequeñas. El corte lo hace en cualquier parte de las cadenas, con lo cual puede liberar tanto glucosa (un monosacárido), maltosa (un disacárido) o dextrinas, que son partes cortas de las largas cadenas de almidón. En segundo lugar, tenemos a la beta amilasa, que corta dos moléculas de glucosa; es decir, una maltosa del extremo de la cadena. A medida que la alfa amilasa libera dextrinas en el medio acuoso, las beta amilasas tienen nuevos extremos para cortar y, como consecuencia, la acción conjunta de ambas provee de alimento permanente a los microorganismos que están creciendo allí. Por lo tanto, para que haya suficiente alimento para la fermentación, se necesita de ambas enzimas. Es, en efecto, la alfa amilasa la que en muchas ocasiones se agrega a las masas.

Ahora bien, la cantidad de amilasas presentes en una harina influye no solamente en la alimentación de los fermentos y, por lo tanto, en la velocidad de crecimiento de la masa a una determinada temperatura, sino también en el resultado de la estructura de la miga. ¿En qué sentido? Si hay mucha actividad de amilasas, el almidón de la masa estará cortado. Esto no es malo, ya que los almidones cortados le dan a la miga del pan una textura pegajosa y húmeda, que en su justa cantidad ayuda a la duración del pan (ya que retrasa la retrogradación). Sin embargo, se trata de un delicado equilibrio: si la actividad es demasiado intensa o se ha dejado fermentar a la masa en exceso, al cocinar no contribuye a la estructura del pan; la miga parece cruda (sin estarlo) y está apelmazada. El pan, básicamente, en

vez de ser una espuma liviana, es un bodoque.

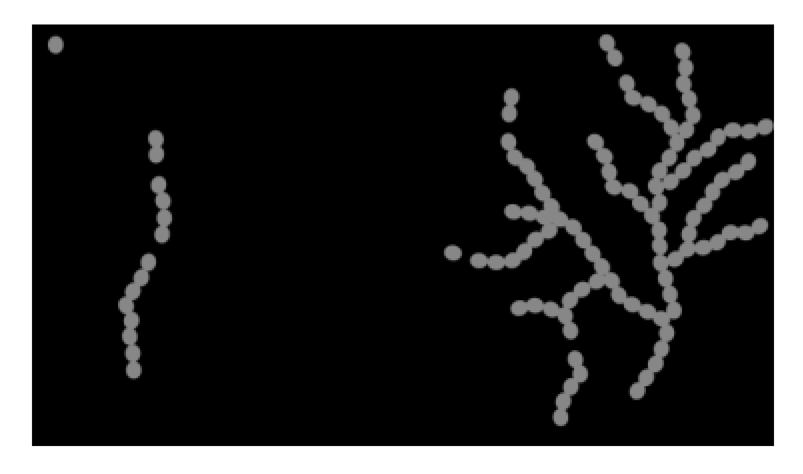


Figura 4.4. Las moléculas de amilosa y amilopectina son cortadas por la alfa y la beta amilasa

Industrialmente, se agregan las enzimas puras a las masas. En procesos caseros, el agregado de enzimas se puede hacer a través del agregado de harina de malta o malta diastásica. La harina de malta es una harina hecha con un grano malteado: es decir, se humedece un grano (puede ser por ejemplo de trigo o de cebada) y cuando comienza a germinar, se interrumpe el proceso mediante un calentamiento moderado. Esto implica que se detiene la germinación y se seca el grano, pero no se desnaturalizan las amilasas.

De esta forma, al agregar esta harina a la masa, se aportan enzimas que aceleran el proceso de fermentación por la abundancia de alimento brindada a los fermentos.

También se puede encontrar una alta actividad enzimática en una harina si el trigo se cosecha tarde y ya ha comenzado a germinar. O, por otra parte, si hubo lluvias antes de su cosecha (como sucede con la experiencia del poroto, se acelera el proceso de germinación). Esto se traducirá en problemas en la estructura de la miga ya que, como hemos dicho anteriormente, los almidones hidratados durante la cocción y luego gelificados contribuyen de manera muy significativa a la formación de la miga.

Número de caída (*falling number*)

¿Se imaginan estar a cargo de una fábrica de pan importante y procesar 600 kg de harina por día, es decir producir unos 1100 kg diarios de pan? ¡Cualquier cambio mínimo en la harina puede hacer fracasar toda la producción!

Por este motivo, es fundamental evaluar la actividad enzimática en la harina. Para hacerlo, se usa el llamado *falling number* o "número de caída", el cual describe la viscosidad de una suspensión de harina y agua calentada justo por debajo del punto de ebullición agitando continuamente. Debido al calentamiento, se forma un gel de almidón, cuya viscosidad varía con la actividad de alfa amilasa de la harina. En esta mezcla viscosa estandarizada, se deja caer un émbolo: si cae rápidamente, la actividad amilolítica es muy alta; y si lo hace lentamente, no. Cuanto mayor sea la actividad, más baja será la viscosidad y esto se traduce en un número de caída bajo (los valores normales oscilan entre 200 y 300).

Proteasas: enzimas que cortan proteínas

Entre las enzimas de la harina, también están (en el endospermo) las proteasas, que son capaces de romper la trama del gluten. Estas incluso se agregan en algunas recetas industriales, por ejemplo en ciertas galletitas, para aumentar la extensibilidad de la trama del gluten. La actividad de estas proteasas ya es bastante baja en las condiciones habituales de temperatura de fermentación, pero el agregado de sal a la masa la disminuye aún más (un procedimiento llamado autólisis, que se lleva a cabo antes de la realización de una masa, permite acortar los tiempos de amasado además de hacer la masa más fácil de manejar). Por otra parte, las proteasas también contribuyen al sabor del pan al cortar las proteínas y generar aminoácidos libres (algunos de ellos, sápidos); son, en efecto, los sustratos que, durante la formación de la corteza, participan en la reacción de Maillard y le dan su sabor y aspecto característico.

Harinas pasteleras

Para realizar preparaciones de pastelería no fermentadas (tales como masas quebradas, bizcochuelos o budines), se busca evitar el desarrollo excesivo de la red de gluten y se eligen, por lo tanto, harinas con baja cantidad de proteínas. Sin embargo, el gluten juega un papel importantísimo en la estructura de estos alimentos: funciona

como adhesivo, haciendo que las masas queden unidas, además de volverlas esponjosas y flexibles. La red de gluten debe existir, pero si se desarrolla en exceso, las masas quebradas quedarán duras o poco quebradizas. La masa de los budines, por ejemplo, tendrá burbujas tipo gota a la vista, mientras que las masas batidas quedarán gomosas.

Por lo tanto, al preparar alimentos sin harina de trigo, nos enfrentamos a un gran desafío ya que debemos buscar otro ingrediente que funcione como adhesivo entre los componentes de la receta.

Otras harinas de cereales y pseudocereales

Los cereales son plantas de la familia de las poáceas cultivadas por su grano. Son consideradas como las primeras plantas “domesticadas” por la humanidad; gracias a ellas, se pasó de la caza y recolección al cultivo del propio alimento, y por lo tanto, al desarrollo de los primeros asentamientos.

Sin ningún conocimiento de genética, simplemente por observación y experiencia, se fueron seleccionando para las siembras aquellas plantas que tuvieran mejor rendimiento, es decir, que dieran mayor cantidad de alimento. Es así que los cereales que conocemos hoy son parientes muy lejanos de los que les dieron origen. En este grupo se incluyen: el trigo, el arroz, el maíz, la cebada, la avena, el centeno, el sorgo, el mijo, el teff, el triticale y el alpiste.

Por otra parte, aquellos que llamamos “pseudocereales” se los ha denominado de esa forma por la similitud de sus granos (aunque no pertenezcan botánicamente a la familia de los cereales). Entre ellos, se incluyen el trigo sarraceno (que, pese a su nombre, no es trigo, ni pariente de los trigos), el amaranto y la quinoa.

¿Qué tienen en común estos granos o semillas? Tienen una gran cantidad de almidón acompañando al germen al igual que el trigo. Para que su consumo sea posible, es necesaria la cocción (sin cocinar, el almidón es totalmente indigesto).

El almidón y las enzimas también permiten hacer masa madre con cualquiera de las harinas de estos granos molidos, ya que los microorganismos que forman la masa

madre se alimentan de glucosa. Si no hay almidón, no hay alimento y, como consecuencia, no hay crecimiento ni de levaduras ni de lactobacilos.

El contenido de carbohidratos, proteínas, fibra y materia grasa será

variable dependiendo de si son integrales o no. Si son integrales, el contenido de fibra y materia grasa es mayor. Todos contienen, no obstante, más de un 60% de hidratos de carbono en su composición y pueden llegar a tener cantidades similares o mayores de proteínas que el trigo. Sin embargo, estas proteínas no formarán red de gluten, por lo cual debemos recordarlo ante la elaboración de un pan si queremos lograr esponjosidad. En general, se recomienda agregarlas en una proporción no mayor al 20%.

Centeno

El centeno es un cereal muy cercano filogenéticamente al trigo; sin embargo, los panes que se obtienen de uno y otro son muy diferentes debido a la composición del grano.

Por su resistencia a condiciones climáticas adversas de cultivo, es el ingrediente principal de los panes típicos del norte de Europa y Rusia (como el *Pumpernickel* o el *Roggenbrot* alemanes).

Como señalamos, las proteínas del centeno no son capaces de crear una red de gluten que pueda formar una miga esponjosa. Otra característica importante en la textura de los panes de centeno es la miga, que permanece húmeda y no se endurece (retrograda) debido a la particular composición en hidratos de carbono que posee. A diferencia del trigo, que contiene aproximadamente un 70% de almidón y entre un 3 y un 6% de polisacáridos no almidonosos, el centeno (como se ve en la tabla 4.3) está formado por entre el 57 y el 65% de almidón y entre el 13 y el 15% de polisacáridos no almidonosos.

Tabla 4.3. Composición de harina integral de centeno

Nombre	**Contenido**
Almidón	57-65%
Polisacáridos no almidonosos	13-15%

Arabinoxilanos[42]

6,5-12,2%

Beta glucanos[43]

1,5-2,6%

Celulosa

2,1-2,6%

Fructanos[44]

4,6-6,6%

Proteínas

8-17,7%

Lípidos

2,0-2,5%

Minerales

1,7-2,2%

Fuente: <bakerpedia.com/ingredients/rye-flour>.

Los polisacáridos no almidonosos hidratados y cocidos mantienen la humedad en las migas de los panes de centeno. El almidón hidratado, al enfriarse, forma un gel que sostiene la miga del pan; por esta razón, los panes con alta proporción de centeno (igual o mayor al 50%) deben dejarse enfriar completamente y se recomienda esperar unas veinticuatro horas antes de cortarlos para dar tiempo al gel de almidón a formarse y estabilizarse.

¿Qué son los Fodmap?

Los Fodmap (la sigla en inglés para *Fermentable Oligosaccharides, Disacharides, Monosaccharides and Polyols*; esto es, polioles, monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos fermentables) son un grupo de carbohidratos y alcoholes relacionados que no se absorben (o se absorben poco) en el intestino delgado, pero pueden ser

fermentados, es decir que sirven de alimento a los microorganismos intestinales. Estas fermentaciones pueden causar molestias en algunas personas, pero contribuyen a mantener una buena salud del colon ya que generan ácidos grasos de cadena corta que tienen propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas. Dentro de los alimentos ricos en Fodmap, encontramos a los oligosacáridos (como los hidratos de carbono no almidonosos del centeno), disacáridos (como la lactosa en la leche y algunos productos lácteos), o monosacáridos (como la fructosa en la fruta o polioles en frutas, coliflor y caramelos y chicles sin azúcar).

Repasamos algunas cuestiones para estar alertas con relación a los panes de centeno.

Muchos panes que se comercializan como panes "de" centeno deberían llamarse en realidad panes "con" centeno: si observan una miga aireada, probablemente la mayor proporción la constituya la harina de trigo, que estará proveyendo la red de gluten para airear la miga.

Por otro lado, un tema importante al usar harina de centeno en una preparación es tener en cuenta la alta actividad de amilasa que tiene. Si la fermentación es larga, habrá tiempo para que el almidón se corte de tal manera (formando dextrinas) que luego no llegue a formar un gel al enfriarse. Durante la cocción mantienen la actividad hasta desnaturalizarse a 85ºC, es decir que, si un pan es grande y por lo tanto la temperatura del horno es menor durante la cocción (con el fin de que no se queme el exterior mientras se cocina el centro), la transferencia de calor será lenta y la amilasa puede continuar cortando el almidón. En el caso de las amilasas de trigo, la temperatura de desnaturalización oscila en torno a los 70ºC.

Si analizamos recetas de panes con alta cantidad de centeno, veremos que la mayoría se preparan con masa madre y en muchas ocasiones también con el agregado de levadura.

El sentido de usar la masa madre es acidificar la masa, aportarle sabor e inhibir la actividad de amilasa. El leudado será gracias a la levadura.

Legumbres [45]

Las legumbres son las semillas secas (con un máximo de 13% de humedad) de las plantas pertenecientes a la familia de las leguminosas. Al haber sido desecadas antes de su comercialización,

tienen una prolongada vida útil.

¿Por qué son cultivos esenciales? En primer lugar, están llenos de nutrientes y tienen un alto contenido de proteínas; esto los vuelve una fuente ideal de estos nutrientes en particular en regiones donde la carne y los lácteos no son física o económicamente accesibles. Por otra parte, las legumbres tienen propiedades fijadoras de nitrógeno, que mejoran la fertilidad del suelo, lo cual aumenta la productividad de las tierras de cultivo.

Tabla 4.4. Composición nutricional (aproximada) de algunas legumbres secas

Nombre	**Carbohidratos**	**Proteínas**	**Materia grasa**	**Fibra**
Arvejas	60%	12-14%	2%	12%
Lentejas	63%	25%	1%	11%
Garbanzos	63%	20%	1%	10%
Porotos				

61%

21%

1,5%

15,3%

Soja

30%

37%

19%

9%

Las harinas de legumbres y las proteínas que se extraen de ellas están ganando un lugar muy importante debido al crecimiento del mercado de alimentos *plant based* (basados en plantas) y también a su revalorización en la alimentación.

Gracias a su alto contenido de proteínas, al utilizarse en las recetas de panes sin gluten, mejoran las cualidades de las costras formadas en tanto contribuyen a la reacción de Maillard.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Qué son las cenizas de la harina? En los envases de harina se indica el

“contenido de cenizas”. Sin embargo, esto no significa que las harinas tengan literalmente cenizas, sino que se hace referencia de este modo a la cantidad de materia mineral que contiene, es decir, al residuo que queda luego de incinerar y calentar la harina a unos 900-920 ºC. Este residuo mineral es mayor cuantos más elementos de la periferia del grano haya. El Código Alimentario Argentino establece la tipificación en 0

según los siguientes parámetros, entre los cuales se encuentran las

cenizas: **Harina tipo Humedad g** ***100 g Cenizas g*** **100 g Absorción de agua g / 100 g Volumen pan** Máximo

Máximo

Mínimo

0000

15,0

0,492

56-62

550

000

15,0

0,65

57-63

520

00

14,7

0,678

58-65

500

0

14,7

0,873

60-67

475

½ 0

14,5

1,350

2.

¿Se puede agregar gluten a la harina para mejorarle la calidad? En el caso de las harinas para panificación, la calidad y cualidad del gluten es muy importante. Si la harina tiene poco gluten, es posible agregarle gluten puro. En cada caso habrá que probar la proporción necesaria.

3.

¿Por qué los panes con harina integral pura son, en general, más pesados (menos aireados que los de harina blanca)? Las harinas integrales contienen salvado, que absorbe agua pero no contribuye a la malla de gluten. La malla de gluten, además de contener el almidón y el agua, debe soportar este peso adicional. Por esta razón, suelen formarse migas menos alveoladas y, por lo tanto, panes más densos.

[34] El Código Alimentario Argentino indica que la denominación “harina” designa la molienda del grano de trigo. Si se trata de otro grano, debe aclararse “harina de…”.

[35] El almidón será desarrollado con más detalle en el capítulo 4.

[36] Encontrarán más detalles en el apartado “Las preguntas de la libretita”, al final de este capítulo.

[37] Véase <www.granotec.com/articulos-granotec/182-propuesta-de-mejora-para-harina-panetonera>

[38] Véase <chopin.fr/es/pagina-del-producto/alveolab.html>.

[39] Excelente pastelero y panadero. Junto con él y con la pastelera Andrea González (súper especialista en masas dulces levadas como *panettone* o medialunas) mantuvimos, durante la pandemia de 2020, charlas semanales que me ayudaron a pensar y entender mejor el mundo del pan, las harinas, los levados, los procesos manuales *versus* los mecánicos. Además (y sobre todo), nos divertimos y nos acompañamos en tiempos tan inciertos.

[40] La “W”, de la palabra en inglés *work* (trabajo), es el área bajo la

curva.

[41] Véase <www.argentina.gob.ar/salud/celiaquia/que-es>.

[42] Estos polisacáridos no almidonosos se encuentran en las paredes vegetales de los cereales, especialmente en el trigo y el centeno, y están compuestos por 2 pentosas (azúcares de 5 carbonos): la xilosa y la arabinosa.

Afectan la agregación del gluten dándole tensión a la masa, propiedades de retención de gas y, al no retrogradar, confieren mayor vida útil. También se los conoce como “pentosanos”, aludiendo al nombre genérico de todos los polisacáridos formados por azúcares de 5 carbonos. Tienen una capacidad de absorción de agua de cinco a diez veces mayor que los gránulos partidos de almidón.

[43] Son polímeros de glucosa de muy variado peso molecular. Se encuentran en las paredes vegetales de los cereales, en los hongos, en las paredes de las levaduras y en las algas. Se usan como agentes espesantes. No son absorbidos debido a que las enzimas de nuestro organismo no pueden romper las uniones beta entre las glucosas.

[44] Los fructanos son oligosacáridos o polisacáridos formados por cadenas de fructosa, como la inulina. Se encuentran en alimentos como el trigo, el centeno, los espárragos, puerros, ajos y cebollas.

[45] Para más información sobre legumbres, véase <www.fao.org/pulses-2016/news/news-detail/es/c/337279>.

5. Los almidones

Una reserva vital[46]

Siempre he amado el desierto. No se ve nada, no se escucha nada, y sin embargo algo resplandece en el silencio.

Antoine de Saint-Exupéry, *El Principito*

Los almidones están presentes en casi todas las comidas, pero muchas veces no son evidentes. Para empezar, son el componente principal del pan, las pastas, el arroz, las papas, las legumbres y las tortas, así como los causantes del espesamiento de varias salsas de cocina (salsa blanca o salsa bechamel) y de pastelería (crema pastelera). Son, por otra parte, el componente inadvertido en muchos productos industrializados (salchichas, fiambres o lácteos, por ejemplo), además de encontrarse en todas las verduras que consumimos.

La primera cuestión a tener en cuenta es que las materias primas ricas en almidón (que poseen más de 40% de este componente, o sus derivados) deben cocinarse antes de servir; mediante la cocción, se logra no solo una buena absorción de los nutrientes, sino también una textura grata al paladar, además de mejorar el sabor y eliminar el desagradable gusto a almidón crudo.

Los almidones se incluyen dentro del grupo de los hidratos de carbono y son la principal reserva energética de las plantas. Es por esta razón que los encontramos en gran cantidad en las partes que darán origen a nuevas estructuras vegetales, por ejemplo, alrededor del germen de las semillas y en los tubérculos, donde servirán de alimento a la nueva planta.

¿Por qué las castañas se deben cocinar para comer?

¡Si pertenecen al grupo de los frutos secos...! Sin embargo, son las únicas que necesitan cocinarse debido a su alto contenido de almidón (si no se cocinan, de hecho, serían indigestas). Es típica la venta callejera de castañas asadas (en invierno, en Europa) y

también su versión gourmet: *marrons glacés* ("castañas glaseadas", en francés). En esa receta, las castañas se cocinan en almíbar durante varios días hasta lograr una conserva deliciosa.

Estructura química

Para comprender el comportamiento culinario del almidón, primero es necesario que entendamos cómo se va formando dentro de la planta y cuál es su estructura química definitiva. Allí vamos.

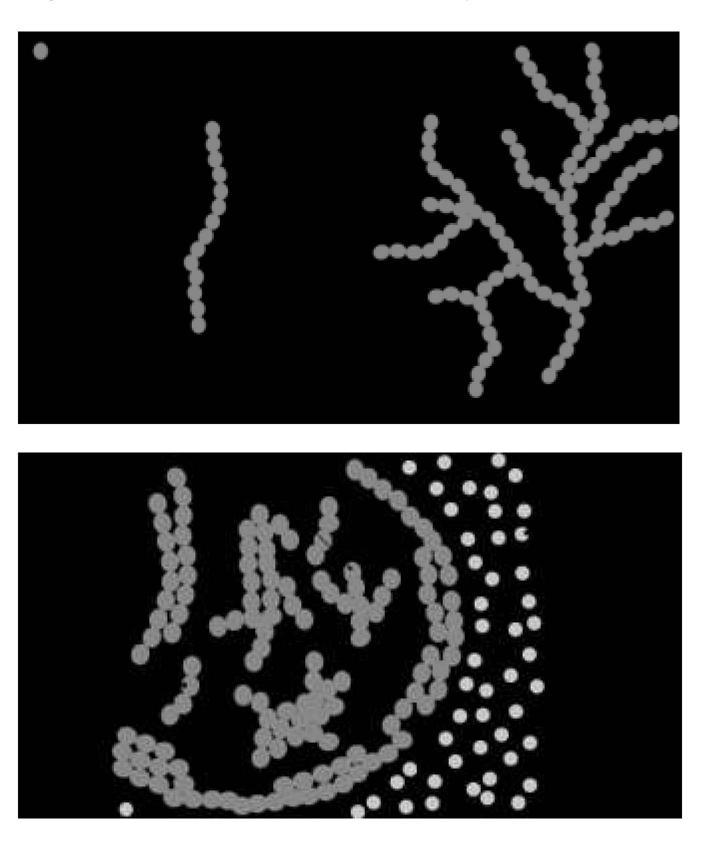
Las plantas organizan el almacenamiento de grandes cantidades de almidón a través de la formación de numerosos gránulos que se encuentran en células especializadas. Cada gránulo es una estructura maciza de dos versiones diferentes del almidón: la molécula de amilosa y la de amilopectina. La proporción aproximada es un 25% amilosa y un 75% amilopectina; sin embargo, según su origen, podemos encontrar almidones sin amilosa, como el caso del maíz céreo y el arroz céreo (también llamados *mochi*, *moki* o glutinoso), o con mayor proporción de ella. Estas variaciones darán características muy distintas a las preparaciones, porque si bien ambas moléculas están formadas únicamente por glucosa, son muy diferentes.

Veámoslas de cerca. La amilosa es una macromolécula lineal, es decir

que en ella todas las moléculas de glucosa están unidas y forman una gran cadena: cada una de estas se une como máximo a otras dos unidades y, así, llega a reunir aproximadamente unas mil unidades de glucosa, cantidad que puede variar según el origen del almidón.

La amilopectina, por su parte, es una macromolécula de forma ramificada: las unidades de glucosa se van uniendo en cadenas que luego se combinan entre sí como si fueran las ramas de un árbol. Esto quiere decir que algunas moléculas de glucosa estarán unidas a dos moléculas y otras, en cambio, estarán unidas a tres. Una molécula de amilopectina puede contener varios miles de moléculas de glucosa.

Figura 5.1. Moléculas de amilosa y amilopectina



Tanto la amilosa como la amilopectina están formadas por moléculas de glucosa que tienen una gran afinidad con el agua y por eso se disuelven fácilmente. Sin embargo, el almidón no se disuelve. ¿Cómo

puede ser posible? Es sencillo: las moléculas de glucosa, al establecer atracciones entre sí, bloquean las interacciones que podrían tener con el agua. La maravilla biológica es que, gracias a estas interacciones, las cadenas de amilosa y amilopectina resultan verdaderamente compactas y el vegetal puede almacenar gran cantidad de nutrientes en muy poco espacio, lo que resulta eficiente para la planta.

Figura 5.2. Esquema del gránulo de almidón

Ahora bien, volviendo a nuestro universo culinario, el gran cambio que observaremos al cocinar los almidones en una preparación es que, gracias al calentamiento, las

moléculas de almidón lograrán asociarse con el agua, perderán su estructura cristalina y, por lo tanto, modificarán su textura.

Derribando mitos: la absorción y la disolución

Muchas veces escuchamos la recomendación de dejar descansar una masa para que el almidón absorba agua. Sin embargo, solamente un bajo porcentaje de los gránulos de almidón son capaces de hacerlo: aquellos que se hayan roto durante la molienda o la extracción del almidón. En la harina de trigo, en efecto, se estima que solo un 8% de los gránulos, por estar rotos, pueden absorber agua; por lo tanto, los componentes de la harina que verdaderamente juegan el rol clave en la absorción son las proteínas.

También es muy común escuchar que para agregar almidón a una preparación, se debe

“disolver en agua”. Pero esto es imposible: si bien las glucosas que forman el almidón son solubles en agua, el almidón en su totalidad no, ya que aquellas atracciones que podría establecer con las moléculas de agua se establecen internamente dándole su estructura particular. Entonces, no se trata de disolver: la expresión correcta es

“dispersar”.

La cocción del almidón

Como dijimos, el almidón se encuentra en grandes cantidades en los órganos de reserva de las plantas. Esto significa que está presente en semillas comestibles, como el trigo, el arroz, las legumbres, la cebada, el maíz, o en las harinas o los “almidones” que se obtienen de ellas (es el caso, por ejemplo, del almidón de arroz, o de la harina de trigo o de centeno). La molienda de las semillas provoca la separación de los gránulos en grupos más o menos grandes, según el tipo de molienda que se efectúe.

También hay gran cantidad de almidón en los tubérculos, como la papa, la batata y la mandioca, o en las féculas que les dan origen. Es decir que cada vez que preparemos alguna comida que incluya alguna de estas materias primas como ingrediente, el resultado dependerá, al menos en parte, del tipo de almidón que contenga, además de la forma de presentación del ingrediente (grano entero o molido) y del procedimiento empleado para cocinarla.

Cuando colocamos harina, almidones, granos, legumbres o tubérculos en agua fría, el almidón que se encuentra en su interior no interacciona con el agua y, por lo tanto, no se modifica. Si, en cambio, los calentamos, los gránulos de almidón modifican su estructura y, gracias a la asociación de la amilosa y la amilopectina con el agua, transforman su consistencia: se “disuelven”. Cuando los gránulos pierden toda su estructura cristalina, por otra parte, se han “gelatinizado”.

Ojo: el almidón gelatinizado no es gelatina

La completa hidratación del almidón se denomina “gelatinización”. Este término puede confundirse con “gelatina”, que a su vez designa tanto el ingrediente como la preparación.

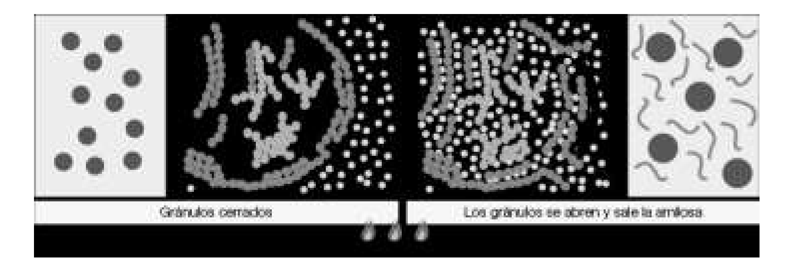
Diferenciemos. Como ingrediente, la gelatina es una mezcla de proteínas que se obtienen del colágeno, es decir que es químicamente diferente del almidón: sus proteínas están formadas por aminoácidos y no por glucosa. Por otro lado, como preparación, la gelatina es el gel que se obtiene al hidratar y luego dejar enfriar el ingrediente homónimo.

Lo que suele pasar es que el término “gelatina” está tan asociado a la

estructura de gel que muchas veces son también llamados así geles formados por otras sustancias. Sin embargo, hay que aclarar: cuando utilicemos el término para hacer referencia al almidón, no significa que este ha formado un gel, sino solamente que se ha hidratado y que ha perdido su estructura cristalina.

¿Cuáles son los usos más comunes del almidón en la cocina? Los almidones son apreciados por su capacidad para retener el agua en salsas o cremas, espesándolas, pero también en preparaciones en las que, si bien no son tomados en cuenta, resultan claves, como en panes (de trigo) o masas de pastelería. En recetas sin trigo, como en las de pastelería o panadería sin gluten, la importancia de las propiedades de los almidones y su comportamiento poscocción se pone de manifiesto de una manera sorprendente.

Sumerjámonos en el espesamiento. En un medio acuoso caliente, los almidones se asocian al agua y logran espesar las preparaciones, las cuales adquieren una textura



cremosa y pierden el sabor a crudo. Tomemos como ejemplo la elaboración de una salsa que se desea espesar o ligar con almidón, para seguir de cerca los cambios que ocurren durante el calentamiento. El primer paso es dispersar el almidón en agua fría para que los gránulos se separen lo más posible. Hecho esto, ya podemos calentar la preparación.

Cuando la temperatura se eleve alrededor de los 57 ºC (la temperatura a la que comiencen los cambios varía con el origen del almidón), los gránulos se irán abriendo por las partes más débilmente asociadas. Esta apertura permite la entrada de agua, que se asocia a las moléculas de amilosa y amilopectina, y hace que los gránulos se vayan

“hinchando”. A su vez, las moléculas de amilosa salen al medio acuoso y se asocian con el agua que está por fuera del gránulo. El aumento de la temperatura dará movimiento a las moléculas y, como la energía

que se desprende de este será mayor que la atracción que las moléculas tienen entre sí, al encontrarse con las moléculas de agua (presentes en el medio en gran cantidad), se asociarán con ellas. Esta asociación de macromoléculas (amilosa) con el agua impide que el líquido se desplace fácilmente. La absorción de agua por parte de las amilosas, junto con la desaparición del agua del medio (debido a su asociación con la amilopectina que, por su gran tamaño, no puede salir del gránulo y queda inmovilizada), dan como resultado el espesamiento del líquido.

Figura 5.3. Efectos del calor sobre el almidón en un medio húmedo El rango de temperaturas en el que ocurre este fenómeno se denomina "intervalo de gelatinización", y abarca el período que va desde la primera asociación agua-almidón hasta que la totalidad del almidón se asocia con agua (dentro o fuera del gránulo) y se gelatiniza.

Más allá de que estemos dando como ejemplo una salsa espesada, esta serie de eventos fisicoquímicos ocurren de la misma forma durante la cocción de un pan o de una torta, y afectan de manera fundamental la textura final del producto, así como su comportamiento con el paso del tiempo.

Grado de espesamiento y textura final: ¿de qué dependen?

El grado de espesamiento y la textura final que alcance un líquido o una salsa a partir de la incorporación de almidón dependerá, en primera instancia, de la cantidad y el tipo de almidón añadido. Ambas variables se relacionan con el origen del almidón (y, por ende, con una serie de factores asociados), así como con el procedimiento que se elija y con determinados ingredientes que también se incorporen a la preparación.

Analicemos cada uno de estos factores y veamos en detalle cómo afectan la textura y el espesamiento:

La proporción amilosa-amilopectina: la amilosa y la amilopectina inciden en la textura de las preparaciones. La textura que brinda la amilopectina se parece a un chicle brilloso; es suave, transparente y no fluye con facilidad. La amilosa, en cambio, da un aspecto opaco; su textura es áspera y no fluye de la misma manera. Las proporciones que tenga cada tipo de almidón ofrecerán combinaciones diversas de estos dos efectos.

El tamaño de los gránulos: los gránulos hinchados contribuyen en gran medida al espesado, ya que el agua atrapada dentro de ellos no puede moverse. Los almidones cuyos gránulos sean más pequeños tendrán mayor cantidad de agua en un mismo peso, lo que dará como resultado un mayor espesamiento.

El tamaño de las moléculas de amilosa: cuanto más grandes (es decir, más largas) sean las moléculas de amilosa, más habilidad tendrán para impedir el movimiento del agua y, por lo tanto, espesarán más la preparación.

El procedimiento que elijamos para la preparación también cumple un rol clave, ya que afecta la dispersión completa o no del almidón en el líquido a espesar. También influyen las herramientas empleadas (batidor o cuchara), la agitación y el calentamiento aplicado

¿Por qué si los gránulos de almidón están llenos de agua, la preparación se vuelve más espesa?

En su libro *La cocina y la ciencia*, Peter Barham utiliza una analogía muy gráfica para explicar este proceso: imaginemos un balde con agua al que le agregamos globitos

llenos de agua ("bombitas"). Cuantas más bombitas agreguemos, más difícil será mover el agua que hay entre ellas. Esto mismo ocurre cuando los gránulos de almidón se llenan de agua porque la amilopectina que contienen la retiene. Si por alguna razón los gránulos de almidón se rompen (puede ocurrir si agitamos mucho la preparación o si la calentamos demasiado), será como pinchar con una aguja todas las bombitas que teníamos dentro del balde. Cuando esto ocurra, el agua podrá moverse otra vez libremente y la preparación se hará más fluida. En este proceso, perderá parte del poder espesante que tenía, ya que una vez que los gránulos de almidón se vacían, es imposible volver a llenarlos.

A su vez, con el mismo volumen de bombitas llenas, pero siendo estas de diferente tamaño, obtendremos distintos grados de inmovilización; por ejemplo, si tenemos mayor cantidad de bombitas pero estas son

más pequeñas, el movimiento será más difícil.

Veamos (y expliquemos) ahora en detalle las indicaciones de una preparación con almidón:

1.

Dispersar el almidón en un líquido frío o grasa. Este procedimiento permite, por un lado, separar las partículas que contienen a los gránulos de almidón y, por el otro, que, en el momento de introducirlo en un líquido caliente, tengamos tiempo suficiente para dispersar completamente las partículas antes de que comiencen a asociarse al agua debido al aumento de la temperatura.

2.

Agregar el almidón en el líquido que se quiere espesar, revolviendo con un batidor. De esta manera, provocamos la dispersión de todas las partículas que contienen a los gránulos de almidón. Esto permitirá que no formen grumos cuando comiencen a asociarse con el agua. Por el contrario, si los gránulos de almidón están juntos, forman un gel que impide la entrada de más agua y se generan los indeseables grumos.

3.

Cuando la mezcla comienza a espesar, continuar revolviendo con una cuchara. Esto impedirá que rompamos por acción mecánica los gránulos hinchados de agua (el batidor tiene múltiples alambres finitos que aumentan las posibilidades de romperlos).

El hecho de que los gránulos estén hinchados contribuye en gran medida al espesamiento. Esto lo podemos ver con claridad si, luego de espesar una preparación, la agitamos vigorosamente con un batidor: perderá viscosidad. Es una práctica popular

entre pasteleros y cocineros cuando (en la elaboración de una crema pastelera o una salsa blanca) se pasaron un poco de cocción o pesaron mal, y las salsas quedaron más espesas (viscosas) de lo esperado.

4.

Cocinar hasta alcanzar la viscosidad deseada y hasta que el sabor a almidón crudo haya desaparecido. Finalizar la cocción. El calentamiento rompe las amilosas y las convierte en moléculas más pequeñas. Por lo

tanto, se debe aplicar la cantidad de calor necesaria sin excederse. De lo contrario, al achicarse estas moléculas, el espesamiento alcanzado será menor.

Nos falta considerar un factor importante: cómo otros ingredientes influyen en una preparación con almidón. Aquí será determinante la interacción química entre ambos componentes. Veamos posibles combinaciones:

□

Ácidos: si la mezcla que se quiere espesar es ácida (por ejemplo, crema pastelera de limón), favorecerá la ruptura de las amilosas y, por lo tanto, la viscosidad será menor para iguales cantidades y tipo de almidón.

□

Azúcar o alcohol: si tratamos de espesar una preparación en la que la cantidad de azúcar o de alcohol es muy elevada, estos ingredientes competirán con los almidones por el agua, y la preparación no espesará porque el agua es más afín al azúcar o al alcohol. Este efecto se hace evidente cuando se pretende espesar un almíbar con alguna bebida alcohólica; por más que se agregue almidón, si se coloca mucha bebida, la preparación no espesará. Por esta razón, se debe agregar al final, para saborizar, o diluir el alcohol para que haya agua disponible. También ocurre cuando se intenta hacer una crema pastelera poniendo el triple de azúcar de lo que indica la receta (si en vez de 240

g de azúcar por litro de leche, se colocan 720 g).

□

Enzimas: las enzimas (como las alfa amilasas) cortan el almidón y disminuyen el tamaño de las amilosas; en consecuencia, la preparación espesa menos. ¿En qué alimentos las encontramos? En principio, están presentes en todas las harinas (son las que se encargarán de transformar el almidón en glucosa, como vimos en el capítulo anterior). Al tratarse de proteínas, si primero se hace un *roux*, [47] se inactivan debido al calentamiento. Si no se hace, durante el calentamiento para hidratar el almidón, las enzimas se activan. Las enzimas también se encuentran en la yema del huevo y, por lo tanto, si se agrega yema a una preparación, se la debe calentar (desnaturalizar la enzima) para que la mezcla mantenga la viscosidad. Una receta que puede presentar

este problema es la de la salsa *velouté*, un caldo espesado con *roux* al que se le agrega un *liason* (mezcla de yemas y crema). Si luego de agregar las yemas no se calienta la preparación (lo suficiente como para inactivar las enzimas pero no tanto como para coagular las yemas), pocos minutos después observaremos que la salsa se empezará a volver cada vez más líquida.

Enfriamiento

Al enfriar una preparación espesada con almidón, esta aumenta en general su viscosidad. En algunos casos, además, conservan la forma del molde al ser desmoldadas (es decir que habrán formado un gel). Ahora bien, para que esto último suceda, el almidón en cuestión debe poseer una proporción suficiente de amilosa. Las salsas espesadas con almidón procedente de la mandioca, por ejemplo, al no tener casi nada de amilosa, no conservan la forma.

Por lo tanto, como podemos ver, las proporciones de amilosa y amilopectina no solo afectan el espesado y la textura final de la preparación, sino que también inciden en la formación de gel. Para obtener un gel firme, será necesario que los gránulos de almidón se hayan hinchado y que haya suficiente amilosa, tanto en cantidad como en calidad.

Las moléculas de amilosa no deberán ser afectadas, como dijimos, por factores tales como ácidos, enzimas o calor, y además deberán provenir de alimentos cuyas cadenas sean lo suficientemente largas para poder formar una red.

Ahora bien, ¿cómo se forma la red? Luego de haber calentado el almidón y de que haya perdido su forma cristalina, este se asociará con el agua. Mientras la temperatura se mantenga elevada, las moléculas tendrán alta energía cinética, es decir, se estarán moviendo. Por otra parte, cuando la temperatura comience a bajar, el movimiento empezará a detenerse, con lo cual las atracciones entre moléculas de amilosa serán más fuertes que su energía para moverse; de esta manera, se irán acercando y formarán una red entre sí que atrapará el agua y los gránulos de almidón hinchados. Si hay poca amilosa o las cadenas son cortas, no alcanzarán para formar la red deseada o bien esta será muy frágil.

Puré pisado *versus* puré procesado: la diferencia de textura entre la amilosa y la amilopectina

Una buena manera de experimentar la diversidad de texturas que dan a las preparaciones la amilosa y la amilopectina es comparar un puré de papas pisado con uno procesado.

Si seguimos la típica receta del puré de papa, debemos cocinar las papas enteras con cáscara (previamente lavadas) hasta que estén tiernas, pelarlas mientras están calientes y pisarlas con pisapuré o *pasa tutto*. Luego, mezclaremos con un poco de manteca, leche, sal y pimienta a gusto. De esta forma, quedará una textura ligeramente áspera, que se separa fácilmente; consistente pero no pegajosa, y de apariencia blanca opaca. Ahora bien, si en vez de pasar las papas por el pisapuré, usamos una procesadora o *mixer*, obtendremos una textura totalmente distinta: suave, chiclosa, brillosa y difícil de separar.

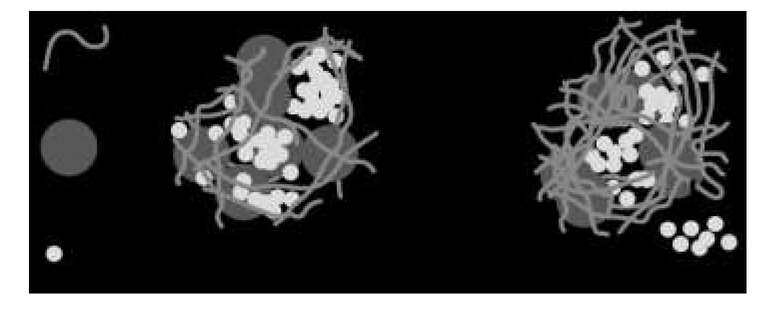
La diferencia entre ambas recetas reside en que, al utilizar el pisapuré, lo único que hemos hecho es separar apenas los gránulos de almidón hinchados y agregar un poco de líquido (absorbido por la amilosa que ha salido de los gránulos durante la cocción y está hidratada). En cambio, al utilizar una procesadora, los gránulos se rompen y queda expuesta la amilopectina, la cual produce una textura muy diferente.

Puede sucedernos también que los gránulos se rompan sin querer porque utilizamos un pisapuré de agujeritos muy chicos, o porque las papas están muy frías y tenemos que hacer más presión para deshacerlas.

El paso del tiempo: retrogradación

Tanto en una preparación espesada con almidón como en una que ha gelificado, el paso del tiempo tiene una influencia clave en el cambio de textura. Como vimos, las moléculas de amilosa se atraen para formar una red, en un proceso que no es estático sino que continúa en el tiempo; cuanto más se acerquen las grandes cadenas de amilosa, mayor cantidad de agua saldrá de la red, logrando un gel cada vez más compacto y con menos cantidad de líquido. Este proceso se denomina “sinéresis”, y lo podemos reconocer en una bechamel o en una crema pastelera cuando se enfría, como también en un puré de papas al día siguiente de su cocción (el agua que observamos es la que ha salido del gel).

En un pan, en un budín o una torta, esta retrogradación es lo que origina el cambio de textura debido a que el almidón vuelve a cristalizar y da sensación de sequedad en la



boca. Es el responsable del endurecimiento tan veloz de aquellos panes que solo llevan agua, harina, sal y un agente leudante.

Figura 5.4. El paso del tiempo en un gel de almidón

Misma receta, distintos resultados: comparando almidones según su origen y variedad

Una manera divertida de poner de manifiesto las diferencias entre los almidones de distintos orígenes es seguir la misma receta (manteniendo el procedimiento y las proporciones) pero cambiar la procedencia del almidón. De esta forma, es posible observar las diferencias durante la preparación, la textura (poder espesante), el aspecto final y el sabor. Además, podremos comprobar si, luego de enfriarlas, las preparaciones forman gel o no, y también cuánto y cómo retrograda el almidón una vez enfriado con el paso del tiempo.

Podemos hacerlo, por ejemplo, con una salsa blanca o salsa bechamel, es decir, una leche espesada y condimentada, o una crema pastelera. La proporción habitual para realizar estas preparaciones es de 80 g de almidón de maíz o harina de trigo por litro de leche. Esta comparación también se puede hacer simplemente tomando como base la proporción de almidón utilizada y cocinarlos en agua.

¿Almidón o fécula?

Químicamente, el almidón y la fécula son lo mismo; es decir, hidratos de carbono formados por polímeros de glucosa (amilosas o amilopectinas) que constituyen el material energético de reserva de

una planta. Sin embargo, la diferencia está en su origen: se nombran como “almidón de…”, si se extrae de las partes aéreas de una planta como el maíz, el trigo, el arroz, y “fécula de…”, si se extrae de partes subterráneas, como es el caso de la papa o la mandioca.

La receta convencional de la salsa blanca indica calentar la leche, condimentarla, dispersar el almidón en agua fría y luego agregarlo a la leche caliente, batiendo vigorosamente con un batidor. Una vez que el almidón está bien disperso, se debe continuar revolviendo con una cuchara. Ahora bien, con el fin de hacer un experimento que nos permita verificar a qué temperatura comienzan a hidratarse los gránulos de almidón (intervalo de gelatinización), es conveniente cambiar un poquito la receta: partiremos de la leche prácticamente fría, para luego agregar el almidón disperso previamente en agua (de esta forma, se podrán evaluar mejor las diferencias). Si, por el contrario, tomamos como punto de partida la leche caliente, algunos de los almidones con los que vamos a experimentar (fíjense cómo ya hemos convertido una receta en experimento…) espesarán inmediatamente.

Si solo queremos evaluar la textura final y el paso del tiempo, el experimento se puede simplificar dispersando el almidón en agua fría y luego agregando la cantidad necesaria de agua hirviendo. Si no se hidrató totalmente, se puede cocinar unos segundos más en el microondas.

Dependiendo de la proporción y tipo de amilosa y amilopectina de la que estén compuestos, los almidones se comportarán de distinta forma luego de la cocción.

En la tabla 5.1, podemos ver los porcentajes aproximados de amilosa y amilopectina de algunos almidones.

Tabla 5.1. Proporción de amilosa y amilopectina en almidones[48]

Amilosa Amilopectina

Maíz

27%

73%

Trigo

28%

72%

Papa

20%

80%

Mandioca

14%

86%

Arroz

15-22%

78-85%

Arroz céreo

0%

100%

Maíz céreo

0%

100%

Si observamos la tabla, el almidón de trigo y el almidón de maíz son muy similares en su proporción de amilosa y amilopectina. El de papa tiene un poco menos de amilosa; el de mandioca, menos aún. El maíz o arroz céreo, por su parte, directamente no tienen amilosa. Los arroces (tema que abordaremos más adelante en este capítulo) tienen una variabilidad muy grande entre sí. Es por esta razón que se utilizan diferentes tipos de arroz para distintas preparaciones.

Siempre es para mí muy satisfactorio, más allá de lo que se pueda encontrar en los libros, hacer un experimento-receta que nos muestre

de manera práctica la composición química y las cualidades de aquello que estamos estudiando. Con el objetivo de comparar el comportamiento de los almidones de maíz, trigo, papa, mandioca y *mochi*, usé 8 g de almidón cada 100 cm3 de agua. Los almidones se cocinaron totalmente, luego se enfriaron y se testearon las texturas logradas en cada caso.

A partir de estos datos, podemos concluir que los almidones con mayores proporciones de amilosa tendrán la habilidad de formar geles (cuanto más amilosa, más firmes); a su vez, también propiciarán una mayor opacidad en la preparación obtenida. Por su parte, el de papa, si bien tiene bastante amilosa, no la suficiente en cantidad o calidad (largo de las cadenas) como para formar un gel firme. Al tener presentes estas diferencias, podremos elegir para espesar aquel almidón (o mejor aún, aquella combinación de distintos almidones) que resulte más conveniente para lograr el espesamiento y la textura que buscamos, de acuerdo con la receta que queramos preparar.

Tabla 5.2. Características de los almidones según su origen

Origen del almidón

Intervalo de Caracteres organolépticos Formación y tipo Textura y sabor utilizado

gelatinización en caliente

de gel

Maíz

62-70 ºC

• Aspecto: líquido viscoso opaco

Sí / Firme

•

Textura:

ligeramente

arenosa

• Sabor: no aporta

Trigo (almidón)

53-65 ºC

• Aspecto: líquido viscoso opaco

Sí / Elástico

• Textura: suave y húmeda

• Sabor: no aporta

Papa

58-66 ºC

• Aspecto: líquido chicloso brilloso

Sí / Muy frágil

• Textura: aterciopelada

• Sabor: sin particularidades

Mandioca

52-64 ºC

• Aspecto: liquido gomoso muy brilloso

No

• Textura: gomosa

• Sabor: sin particularidades

Arroz *mochi* o céreo

55-65 ºC

• Aspecto: liquido chicloso brilloso

No

• Textura: suave

• Sabor: ligeramente dulce y

característico

Tanto el almidón de maíz como el de trigo forman geles al enfriarse; sin embargo, el de trigo es más extensible y, en boca, el de trigo es húmedo, mientras que el de maíz resulta seco.

La fécula de mandioca cocida en agua es totalmente transparente. Su textura en caliente es más similar a la de un chicle que a la de una salsa espesa. Una vez enfriada, no forma un gel sino que sigue siendo chiclosa. Por el contrario, la fécula de papa forma un gel suave con cierta extensibilidad, similar a la de trigo, pero menos firme.

***Polvilho azedo* o fécula de mandioca ácida** En una visita a Brasil, tuve el gusto de probar un pan de queso muy distinto. Consulté con el mozo y me explicó que era pan de queso (*pão de queijo*) con *polvilho azedo*. A diferencia del pan de queso tradicional, que es un pancito delicioso, compacto y elástico que se sirve tibio, este era como un *èclair* (*pâte a choux* o profiterol) con gusto a queso, totalmente hueco en su interior y crocante por fuera.

La diferencia de este *polvilho* con la fécula de mandioca nace de su proceso de obtención.

En ambos casos, las mandiocas se pelan, se lavan y se rallan; luego se vuelven a lavar sobre una malla fina hasta que el agua sale transparente (es decir, hasta que se desprende todo el almidón de la raíz). El almidón comúnmente se deja decantar unas veinticuatro horas y luego se seca, pero en el caso del *polvilho azedo*, se deja fermentar en los tanques entre quince y cuarenta días. De esta forma, las bacterias y levaduras ambientales crecen, generando acidez láctica (ya que principalmente son lactobacilos) y cortando el almidón.La fermentación se interrumpe cuando la acidez es de alrededor del 5%.

A partir de este proceso, el *polvilho azedo* logra un sabor muy diferente y, al cocinarse, espesa sin dar una textura chiclosa.

Chipacitos correntinos[49]

Ingredientes

Fécula de mandioca: 500 g

Queso duro rallado: 250 g

Queso semiduro rallado: 250 g

Manteca fundida: 125 g

Huevos: 1 unidad

Leche: 125 cm3

Jugo de naranja: 125 cm3

Procedimiento

1.

Mezclar todos los ingredientes.

2.

Hacer bolitas parejas de unos 30 g y colocar en una placa de horno.

3.

Cocinar en horno a 180 ºC hasta que estén dorados (10-15 minutos).

Los chipá se comen tibios y tienen una consistencia chiclosa gracias al almidón de mandioca. Si además de comerlos te interesa observar las

diferencias con otros almidones, te aconsejo hacer los siguientes reemplazos:

- fécula de mandioca por fécula de papa: quedará un poco menos chicloso;

- fécula de mandioca por almidón de maíz: quedará similar a un escón, es decir, friable.

El pochoclo: otra manera de desorganizar el almidón

El pochoclo se hace con granos de maíz. En su elaboración, las características de su cáscara son fundamentales. Si bien existen varios centenares de variedades de maíz, solo una de ellas estalla por el efecto del calor: el maíz pisingallo. Se cree que esta variedad es originaria de Perú, ya que allí se han encontrado semillas antiquísimas de este tipo de grano.

Cada grano del maíz pisingallo contiene una cierta cantidad de humedad en su endospermo. A diferencia de la mayoría de los otros granos, la corteza externa o pericarpio es muy gruesa e impermeable a la humedad. A medida que el grano se calienta más allá del punto de ebullición del agua (100 °C), hasta los 175 °C, el agua de

su interior empieza a convertirse en vapor, generando presiones internas altísimas. En otros granos, este vapor escapa tan rápido como se forma, pero en estos no puede escapar debido a lo grueso e impermeable de la corteza. La presión interna llega a tal punto que ocurre una pequeña explosión a causa de la cual el almidón sale hacia afuera.

Siempre hay, sin embargo, algunos granos rebeldes, que aun expuestos a altas temperaturas, no revientan. ¿Por qué? Existen dos explicaciones:

- los granos que no reventaron no tenían la suficiente humedad para crear el vapor necesario para explotar;

tenían la corteza agujereada, lo cual también impide que se genere la presión suficiente para que revienten.

Fideos harusame[50] y "papas fritas de camarón" (o "pan de gambas") El efecto de inflado y explosión de los granos del maíz pisingallo es una excepción. Para lograr inflar otros almidones, primero se deben hidratar (cocinar), luego secar completamente y por último freír la preparación. De esta forma, el almidón ya desorganizado durante la cocción, al eliminar el agua restante mediante la fritura, se

"infla" al estilo del pochoclo.

Es lo que sucede al freír los fideos *harusame*, que quedan bien crocantes. Otro ejemplo son las "papas fritas de camarón" (o "pan de gambas"), una entrada típica de los restaurantes chinos. Se pueden comprar directamente las hojuelas secas, para luego freírlas en el momento. Son deliciosas: quedan como una espuma sólida, liviana y crocante. Se elaboran con algún almidón cocinado al vapor, que luego se corta y se deseca.

El caso de la harina de trigo

La harina de trigo constituye un caso particular, ya que es el único espesante que por lo general se mezcla con materia grasa en forma de *roux* o *beurre manier*[51] antes de agregarlo a las preparaciones. El objetivo es doble: por un lado, inactivar las alfa amilasas presentes en la harina (que cortarían las cadenas de amilosa y disminuirían el poder espesante) y, por otro, separar bien los gránulos de almidón y dar tiempo a que la

manteca se funda para que luego los gránulos comiencen a hidratarse (sin que se forme un engrudo a causa de la gran cantidad de proteínas contenidas en la harina).

Los *roux* se clasifican en claro, rubio y oscuro según el tiempo de cocción que se les dé.

La regla es: cuanto más oscuro el color, mayor tiempo de cocción. Esto a su vez implica cambios en la viscosidad y el sabor: cuanto más oscuro sea el *roux*, menor será su poder espesante (dado que el calor logra romper parte de las amilosas achicando su tamaño) y más se

acentuará el sabor a tostado.

Popular, antiguo y querido: el arroz (y las formas de clasificarlo)

El arroz es uno de los cereales más consumidos del mundo. Forma parte de la alimentación diaria de muchos pueblos, para los que además constituye la base de comidas tradicionales, como el sushi en Japón. Es una planta que ha sido domesticada aproximadamente desde el 5000 a.C. y, más allá de su origen asiático, hoy se cultiva prácticamente en todos los continentes y se ha transformado en el ingrediente estrella de platos característicos europeos, como el *risotto* italiano y la paella española.

Pero ¿de dónde viene? El arroz es la semilla de una gramínea llamada *Oriza sativa*.

Dentro de esta especie, existen dos subespecies, la japónica y la índica, y a su vez, muchísimas variedades dentro de cada una de ellas. Hay también un arroz proveniente de otra especie llamada *Oriza glaberrima*, pero es menos conocida para nosotros: se cultiva y consume principalmente en África, y no se ha difundido tanto por el mundo.

Algunas recetas son específicas respecto del tipo particular de arroz que recomiendan para su realización. Esta variación por supuesto depende del resultado que se quiera conseguir: que quede suelto, apenas pegado, muy pegado, desecho, que el medio de cocción esté espeso, que se lo consuma caliente o frío, *etc.* Sin embargo, el resultado no solo depende de la variedad elegida sino también del método de cocción y el tratamiento que se le haya dado al grano antes de su comercialización, o en la cocina.

Los arroces se clasifican según distintas variables, lo cual puede resultarle bastante confuso y abrumador a quien recién comienza a zambullirse en este mundo. Para arrojar un poco de luz, vamos a ver en primera medida las formas de clasificación que establece el Código Alimentario Argentino: aquí se contemplan como categorías el grado de procesamiento del grano, la morfología (relación entre el ancho y el largo del grano) y el porcentaje de granos defectuosos. A su vez, de acuerdo con este porcentaje,[52] los arroces se clasifican en calidad cinco ceros, cuatro ceros o de segunda, a medida que el porcentaje aumenta.

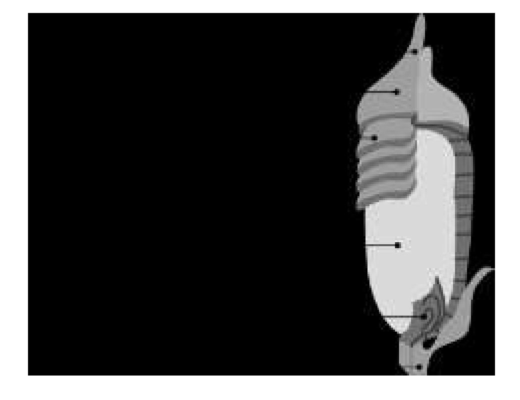


Figura 5.5. Esquema del grano de arroz

Grado de procesamiento del grano

Según el grado de procesamiento del grano, se obtienen distintos tipos de arroces comerciales. Si se quita solamente la capa más externa y fibrosa (cáscara), y se conservan las capas internas (pericarpio) y el germen, se obtiene el "arroz integral". Si se le han quitado el pericarpio y el germen, y se ha pulido el grano luego del procesamiento, se obtiene el "arroz blanco o pulido"; por otra parte, si luego de este proceso, el grano es abrillantado por fricción con aceite, glucosa y/o talco, se obtiene el

"arroz perlado o glaseado".

Antiguamente, para facilitar el descascarillado y pulido (dado que no existían máquinas para realizar este proceso), los granos de arroz cosechados se humedecían y luego se volvían a secar. Este paso permitía que las vitaminas, los aromas y los sabores presentes en las capas más externas del endospermo (aleurona) se difundieran hacia adentro del endospermo y se conservaran luego del pulido del arroz. Hoy, a pesar de la existencia de maquinarias, este tratamiento se sigue realizando en algunos tipos de arroz para aumentar su valor nutritivo o para agregar sabor y aroma al grano.

Morfología: longitud del grano y relación entre el largo y el ancho

En la Argentina (y en el mundo), según las características morfológicas, los arroces se clasifican en:

Tipo corto: la longitud es menor a 6,9 mm y la relación entre el largo y el ancho es igual o menor a 2: Ejemplos de este tipo de arroz son el arborio, el *vialone nano* y el glutinoso.

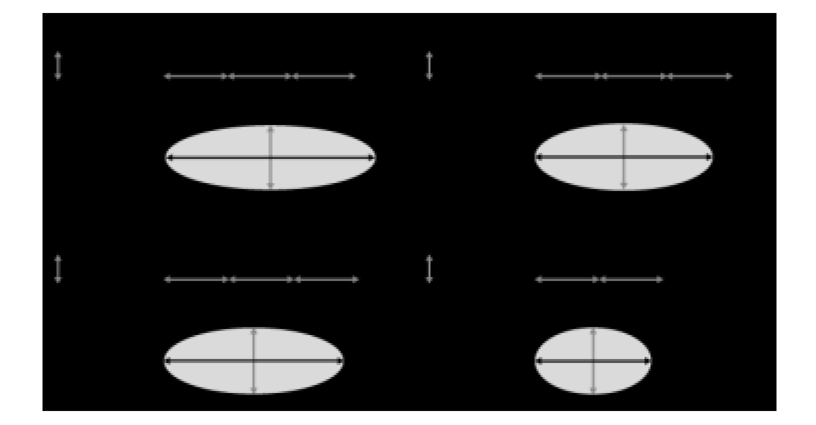
Tipo mediano: la longitud media es igual o mayor a 6 mm y menor a 7 mm, y la relación entre el largo y el ancho es mayor a 2:1 y menor a 3: Ejemplos de este tipo de arroz son el arborio, el carnaroli y el bomba.

Tipo largo fino: la longitud media es mayor o igual a 6,5 mm y la relación entre el largo y el ancho es mayor o igual 3: Un ejemplo de este tipo de arroz es el largo fino no aromático y los aromáticos como el thasmin y el basmati.

Tipo largo ancho: la longitud del grano debe ser igual o mayor a 7 mm y la relación entre el largo y el ancho debe ser mayor a 2:1 y menor a 3: Un ejemplo de este tipo de arroz es el doble carolina.

La variedad de arroz llamada arroz glutinoso, dulce o céreo (*waxy rice*, en inglés), no tiene amilosa. Por este motivo, luego de la cocción, los granos son muy blandos y se pegan entre sí. Esta consistencia se aprovecha para la confección de postres tradicionales japoneses (*mochi gome*), en los que se forma una masa con el arroz cocido y triturado. Además, por la elasticidad y viscosidad que puede propiciar sin contener gluten, se utiliza en panes para celíacos. El arroz *mochi*, en efecto, es un ejemplo de gránulos de almidón sin amilosa. Dado que la masa está "aglutinada", muchas veces se confunde el término y se asocia con el gluten, pero ¡no! Este arroz tiene el don de generar una estructura chiclosa que se asemeja a una masa con gluten sin serlo.

Figura 5.6. Tipos de arroz



Mochi gome

Ingredientes

Harina de arroz *mochi*: 5 partes

Agua: 3 partes

Azúcar: 2,5 partes

Procedimiento

1. Mezclar los ingredientes.

2. Colocar dentro de un paño.

3. Cocinar al vapor dentro del paño.

4.

Amasar mientras se enfría.

5.

Darle la forma deseada con el relleno elegido.

Tratamiento previo

Al cocinar arroz, es importante cuidar el tiempo de cocción para que no se pase; es decir, para que los granos queden enteros y separados. La industria alimenticia, al comprender que esta no era una tarea sencilla para cocineros inexpertos, implementó un procedimiento previo a la comercialización (que ya se realizaba en India y Paquistán desde hace muchísimos años), el cual permite cocinar el arroz sin que se pase. Estamos hablando del proceso de *parboilizado*: implica la cocción al vapor o en agua de los granos enteros, que luego se secan para recién después quitarles las cubiertas. De esta forma, cuando el almidón del arroz gelatinizado durante la cocción vuelve a secarse, fija la forma y hace que sea muy difícil que los granos se peguen o deshagan en una segunda cocción. A su vez, durante el proceso se activan enzimas que degradan parcialmente el almidón promoviendo la reacción de Maillard durante el secado, y que dan al arroz su sabor y aroma característicos.

Los arroces de cocción rápida, por su parte, reciben otro tratamiento: son cocidos, fisurados y luego desecados. El tiempo de cocción es mucho menor, lo que hace posible, por ejemplo, vender mezclas de arroces con distintos puntos originales de cocción para que se cocinen en el punto justo todos a la vez.

Cocción

La cocción del arroz en un medio líquido hará que los gránulos de almidón que forman el grano absorban agua y gelatinicen, cambiando la consistencia del grano, que se volverá blando y agradable al paladar. La textura que se obtenga luego de la cocción y la preparación dependerá de la composición del arroz (especialmente de la relación amilosa/amilopectina) y de la metodología utilizada para prepararlo.

Revisemos la composición de los distintos tipos de arroz. Los arroces de grano largo son los que poseen mayor proporción de amilosa

(aproximadamente un 22%), mientras que los arroces de grano medio tienen aproximadamente entre un 15 y un 17% y los de grano corto, menos de un 15%. El arroz céreo, por su parte, no contiene amilosa. Si recordamos cuál es el comportamiento de los tipos de almidón durante y después de la cocción, podremos deducir el resultado que obtendremos.

¿Arroces con más almidón?

Es habitual escuchar en los programas de cocina: “Uso tal o cual arroz porque tiene más almidón”. Ahora bien, seguramente a lo que se están refiriendo es a que ese tipo de arroz suelta más almidón al líquido de cocción y genera un mayor espesamiento (lo cual, como estamos viendo, no solo depende del tipo de arroz sino del método de cocción). Pero si hablamos con propiedad, no es correcto decir que hay arroces “con más almidón”; de hecho, todos los granos de arroz tienen una composición muy similar:

- Hidratos de carbono: 78-80%.
- Proteínas: 6,6-7%.
- Fibra: 1%.
- Agua: 14%.

Al calentar los gránulos de almidón en el agua, esta comienza a entrar en ellos; a medida que la temperatura aumenta, el agua se va uniendo a la amilosa que sale de los gránulos y a la amilopectina que permanece dentro. Con el avance de la cocción, todos los gránulos de almidón que forman el grano de arroz se van hinchando de agua y gelatinizando. La amilopectina de los gránulos hará que estos se peguen entre sí y que el medio de cocción adquiera una textura espesa

y brillosa. La amilosa que sale de ellos también volverá más espesa la preparación, pero no aportará brillo. Ahora bien, una vez que el arroz se enfría luego de la cocción, las amilosas que están dentro de los gránulos comienzan a retrogradar, es decir, empiezan a unirse entre sí soltando el agua.

Esto le da al grano una textura dura al día siguiente. Si relacionamos este proceso con los distintos tipos de granos, podemos decir, en primer lugar, que los arroces de grano corto tenderán a agruparse y, una vez fríos, permanecerán blandos durante más tiempo.

Los arroces de grano largo, en cambio, tenderán a separarse al enfriarse y se pondrán duros rápidamente. Los arroces de grano medio, por último, presentarán estas características mezcladas.

Sin embargo, como dijimos al principio, las características del arroz no son el único factor a considerar; la metodología de cocción también tendrá influencia sobre el resultado obtenido. Veamos, por lo tanto, algunas opciones de procedimientos, analizando cómo incide cada uno en el producto final.

Lavado

Algunas recetas aconsejan lavar el arroz antes de comenzar la cocción. Este procedimiento permite eliminar los gránulos de almidón sueltos entre los granos, los remanentes de la molienda, lo que da como resultado que el medio de cocción quede menos espeso y los granos menos adheridos entre sí. Ahora bien, si tenemos otra consistencia en mente y deseamos, por el contrario, que el medio de cocción espese, no nos conviene lavar el arroz antes de cocinar.

Sellado o nacarado

La receta del arroz *pilaf* (o *pilav*) comienza por indicar muy claramente que se debe rehogar el arroz en aceite hasta nacararlo, es decir, hasta que quede brilloso, caliente y ligeramente coloreado. Mediante este procedimiento, se logra la dextrinización del almidón externo de los gránulos: debido al calor aplicado, las moléculas de almidón se abren como si estuvieran en contacto con el agua, lo cual genera una estructura estable alrededor del grano. Al no ser pegajosa, esta estructura hará que los granos cocidos queden separados entre sí. La coloración obtenida se debe a la reacción de Maillard, que además da sabor a la preparación.

En la receta del *risotto* clásico, el arroz también se saltea, pero sin llegar a nacararlo. En este caso, el objetivo es que los granos queden

individualizados luego de cocinarlos. Sin embargo, por la forma particular de agregar el líquido de cocción, y por el volumen agregado, la preparación será totalmente distinta del arroz *pilaf*.

Líquido de cocción: ¿cuánto y cómo?

Cada tipo de arroz puede absorber una proporción determinada de agua, que es entre 1,5 y 3 veces su volumen. Ahora bien, aun cuando se lo prepare con la cantidad justa, y partiendo del agua fría, aun cuando no se lo mueva una vez que el agua comienza a hervir, y se lo mantenga durante el tiempo necesario para que todos los granos se hayan cocinado, el hecho de que quede o no apelmazado dependerá del tipo de arroz. Los arroces con mayor proporción de amilopectina quedarán más adheridos entre sí mientras que los arroces con menor proporción quedarán más sueltos.

De todas formas, está claro que nuestras intervenciones tienen una gran influencia. En principio, si durante la cocción vamos revolviendo, los granos irán perdiendo gránulos de almidón que espesarán el medio de cocción y la preparación quedará más empastada.

Por otra parte, si cocinamos directamente en abundante cantidad de agua, colamos y pasamos ligeramente por agua fría, más allá de que removamos durante la cocción, por la presencia generosa de agua el almidón capaz de salir al medio estará muy diluido, los granos quedarán bien separados entre sí. El detalle de colarlos y luego pasarlos por agua fría hace que la amilosa retrograde y ayude a mantener la integridad del grano.

Por el contrario, si la cantidad de agua tiende a ser más bien escasa, seguramente tendremos un medio de cocción ligeramente espeso con los granos individualizados (como se usa en la paella).

En lo que respecta a la forma de agregar el líquido durante la cocción, todas las recetas para hacer un buen *risotto* indican específicamente que el líquido de cocción debe agregarse de a poco, caliente, y que la preparación debe revolverse todo el tiempo.

Como resultado final, se pretende que el líquido de cocción quede espeso, que no escasee ni resulte excesivo y que los granos de arroz se puedan individualizar. El sellado previo (como explicamos antes) ayuda a que los granos mantengan la forma y puedan ser individualizados; el agregado de líquido caliente desde el principio, por otra parte, también contribuye a este resultado (el fenómeno es similar a la formación de grumos en los almidones: si incorporamos el

almidón sin dispersar en un líquido frío, la parte externa del grumo se gelatiniza y dificulta la entrada de líquido, con lo cual el grumo conserva su forma hasta terminar la cocción). Si el líquido se añade frío, en algún momento, dependiendo del arroz que se esté utilizando, la amilosa puede retrogradar y hacer que algunos granos queden duros. Sin embargo, lo cierto es que para que esto se note en el plato final, la cantidad de líquido frío agregado tiene que ser demasiada.

Revolver todo el tiempo hace que los gránulos de almidón se vayan soltando por fricción y que el medio de cocción se espese.

*

En conclusión, como hemos visto, de acuerdo con el plato que se quiera preparar, tendremos determinadas variedades de arroz más apropiadas que otras. Sin embargo, la influencia de la metodología utilizada también es tan importante que, aun con arroces no "ideales", podremos obtener resultados más que satisfactorios si entendemos los principios que rigen la cocción.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Qué pasa realmente cuando se nacara el arroz? Al nacarar el arroz, los almidones se desordenan debido a la alta temperatura del aceite y, a través de un proceso llamado "dextrinización", se abren y se forma un gel alrededor del grano. En el siguiente paso, la cocción en un medio acuoso favorece que cada grano mantenga la forma y que no se escape almidón. De esta manera, cada grano permanecerá separado y, si no revolvemos, no habrá un medio espeso entre ellos.

2.

¿Por qué se monta o espesa el *risotto*? El objetivo de montar cualquier salsa es hacer una emulsión entre el agua de la salsa y la manteca que se agrega. Toda emulsión es más viscosa que los líquidos que le dieron origen y, por lo tanto, logra que el líquido que acompaña el arroz sea más untuoso y cremoso, es decir, más espeso.

3.

¿Por qué el *roux* debe estar frío, y la leche, caliente? Antes de contestar esta pregunta, repasemos algunas cuestiones. En primer lugar, recordemos en qué consiste la realización de un *roux*: debemos fundir manteca para luego añadirle harina y cocinar la mezcla hasta el punto deseado: claro, medio u oscuro. ¿Qué sucede a nivel químico en este agregado de manteca a la harina? Al ser rodeados los granos de la harina de materia grasa, las enzimas de cada grano se inactivan y comienza la cocción del almidón. La manteca dispersa los gránulos de almidón y facilita su posterior dispersión en la leche o en cualquier otro líquido. De esta manera, se evita la formación de grumos que, en definitiva, no son sino muchos gránulos de almidón adheridos unos a otros.

Ahora sí: contestemos la pregunta. El hecho de que el *roux* esté frío y la leche caliente dará más tiempo para que la dispersión se realice correctamente, ya que hasta que no se funda la manteca, el agua de la leche no entrará en contacto con el almidón. De esta manera, las posibilidades de que queden grumos son menores.

4.

¿Por qué la salsa bechamel se endurece cuando se enfría? A medida que la bechamel se enfría, las moléculas de amilosa que han salido del gránulo de almidón se mueven cada vez menos y, por lo tanto, pueden asociarse entre sí; como consecuencia de esta unión de moléculas, la preparación se vuelve más firme.

5.

¿Por qué es mejor cocinar un puré con papa entera? Siempre se pretende que el puré no tenga agua de más. Si la papa se cocina entera, solo absorberá un poco de agua en su superficie; ahora bien, si se cocina en trozos, habrá más superficie para la misma cantidad de papa y el puré contendrá más agua.

6.

¿Qué produce la precocción de la papa en la *paillasson*? Para hacer una *paillasson*, las papas se cocinan primero a medio punto, para que parte del almidón ya esté hidratado. Luego, la papa se ralla gruesa y se coloca formando montoncitos sobre

una sartén con manteca caliente; así se termina de cocinar y las tiras de papa se van uniendo a través del almidón gelatinizado de su superficie.

7.

¿Por qué no debe hervir una salsa ya ligada? Si se continúa la cocción una vez que los almidones se han hidratado y la salsa se ha ligado, se corre el riesgo de que los gránulos de almidón hinchados de agua (que contribuyen en gran medida al espesado) se aplasten, pierdan el agua y, en consecuencia, la salsa se vuelva menos espesa.

8.

¿Por qué se produce nata en la salsa bechamel, las cremas pasteleras, las salsas a base de lácteos u otras? La superficie de las salsas espesadas con almidón se enfría antes que el resto de la preparación; por eso, si el almidón utilizado tiene la capacidad de formar un gel, este aparecerá primero en la superficie (ahí hará su aparición la famosa “nata”).

[46] La versión original de este capítulo fue escrita en colaboración con Juan Pablo Lugo.

[47] Se denomina *roux* a la mezcla de harina y manteca en proporciones iguales, cocinada más o menos tiempo según la coloración que se desee alcanzar. Se clasifican en claro, rubio y oscuro. Cuando se agrega harina a una salsa en forma de *roux,* se facilita su dispersión en la preparación, ya que por lo general se agrega frío a líquidos calientes, y así se da tiempo a mezclar antes de que se disuelva la manteca que rodea a los gránulos, impidiendo la formación de grumos.

[48] Elaboración propia a partir de distintas fuentes.

[49] Receta de Marcelo Kulish.

[50] Denominación japonesa para lo que en la Argentina llamamos “fideos celofán”. Se elaboran con almidón de porotos verdes o almidón de papa.

[51] Se denomina *beurre manier* a la mezcla de manteca y harina que, a diferencia del *roux*, no ha sufrido un proceso de cocción.

[52] Las anomalías en los granos de arroz están relacionadas con el color, las manchas blancas y el hecho de que estén partidos o picados.

6. Los azúcares El combustible del placer [53]

Y de pronto, entendió. Todos los seres terrestres obedecen a una orden: sobrevive. Una mente humana no puede concebir otra base de vida. Pero sí los cristales, y una muy diferente.

Theodore Sturgeon, *Los cristales soñadores*

El dulce es, sin duda, el gusto que más se asocia al placer… y de tan placentero, al pecado. No es extraño sentir ganas de tomar un helado o comer un chocolate incluso sin tener hambre. En cambio, rara vez nos desesperamos por algo ácido o amargo; quizá, de vez en cuando, por algo salado. Los chicos demandan dulce con insistencia y hasta desesperación, y al comer un pedazo de torta, un alfajor o un caramelo su placer se expresa muy marcadamente en la sonrisa. En los adultos, el primer bocado de un rico postre se acompaña de una sensación de satisfacción, que hasta se expresa cerrando los ojos y con un sonido: “mmmhhh”. Es que nuestro cuerpo se encarga de felicitarnos por haber encontrado dulces a través de la liberación de endorfinas (sustancias que nos causan placer y nos relajan).

El motivo de tamaña recompensa es que los alimentos son dulces debido mayormente a los azúcares, un grupo de moléculas con la particularidad de poder ser fácilmente

“desarmadas” en nuestro cuerpo y liberar grandes cantidades de energía. Podemos decir que los azúcares serían algo así como el combustible que necesitamos para realizar los procesos vitales; de ahí que el cuerpo nos impulse a conseguirlos.

¿De dónde viene este combustible? Las plantas lo fabrican durante la fotosíntesis, gracias a la energía de la luz solar. Luego de producir estas dulces moléculas, las distribuyen a través de la savia a sus células hambrientas de energía, las acumulan para momentos de mayor necesidad o fabrican con ellas compuestos más grandes que formarán su “cuerpo”.

En la actualidad, la gran variedad de azúcares que usamos en nuestras cocinas se obtiene de la savia de la caña de azúcar, de la remolacha, de la savia de árboles como el arce, de las frutas o de algunos cereales como el maíz. Hasta el azúcar que extraemos de la miel de abejas pertenece originariamente a las plantas, solo que en este caso las abejas se han encargado generosamente de recogerlo, acumularlo y concentrarlo.

¿Buenos o malos? Hay más azúcares para este boletín Cuando se

publicó la primera edición del *Manual de gastronomía molecular*, en 2009, las grasas eran las malas de la película; hoy el gran villano es el azúcar refinado.

En su reemplazo, se ha puesto de moda el azúcar mascabo, el azúcar de coco, o frutos desecados como los dátiles. En muchos productos industrializados, por otra parte, se lo reemplaza por edulcorantes no calóricos cuyo poder endulzante es mayor y resulta más económico. En este caso, el fabricante debe agregar a la etiqueta la leyenda "Contiene edulcorantes no calóricos. No recomendable en niños"[54] y puede declarar que el producto está "reducido en azúcares" si lo desea.

Ahora bien, ¿es muy diferente el azúcar mascabo del azúcar refinado? ¿Y el azúcar de coco? Podemos adelantar que no demasiado.

El azúcar mascabo o mascabado se obtiene también de la caña de azúcar y la diferencia más importante es que se seca junto con parte de los productos de la cocción (melaza).

El producto final es más húmedo, coloreado y con un ligero dejo a caramelo. Sin embargo, el azúcar presente es solo un poco más bajo (un 1-1,5% menos).

Por su parte, el azúcar de coco se elabora a partir de la savia de la palmera de coco.

Tiene un 70-79% de sacarosa y un 3-9% de fructosa y glucosa, así como pequeñas cantidades de inulina (polisacárido de la fructosa que se denomina "fructano"). Forma parte de la llamada fibra soluble.

En conclusión, ambos azúcares, además de ser muy costosos, contienen gran cantidad de sacarosa.

En la cocina solemos encontrarnos todo el tiempo con estas pequeñas moléculas. La más cotidiana es sin duda la sacarosa, el azúcar común de mesa. Sin embargo, lo notemos o no, al preparar nuestros dulces hacemos uso de la glucosa, la fructosa, la maltosa y la lactosa, todas moléculas que pertenecen químicamente a la familia de los azúcares. Si observamos las etiquetas de los alimentos ya preparados, encontraremos otros con denominaciones menos conocidas, como el xilitol, el maltitol, o la isomalta.

Como tienen estructuras diferentes, cada uno de estos azúcares aporta

distintas cualidades a las preparaciones: algunos son más dulces, otros se disuelven mejor; unos retienen más agua, otros la captan mejor del ambiente. Hay, por otra parte, azúcares que podemos metabolizar mejor, y otros que dan una sensación de frescor en la boca, y hasta existen incluso algunos que ayudan a prevenir las caries porque no sirven de alimento a las bacterias que las producen.

Los azúcares traen más de un dolor de cabeza en las cocinas. Se les suele atribuir un

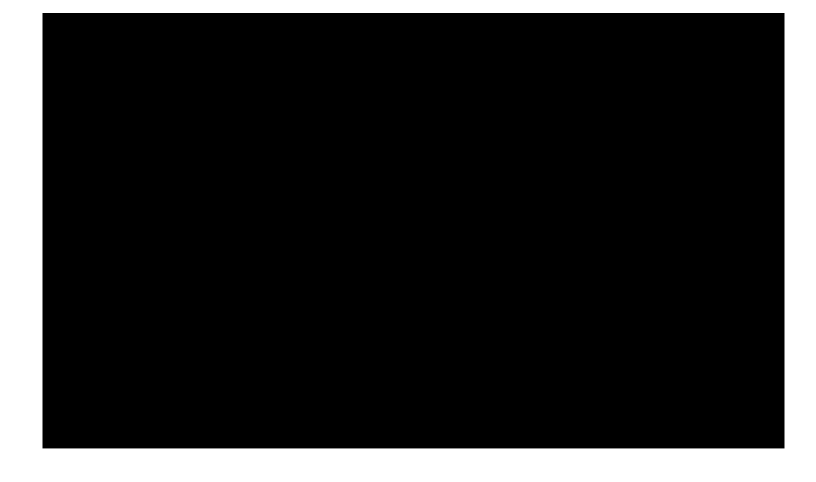
“carácter caprichoso” que malogra almíbares, salsas, dulces, cremas, rellenos y caramelos cuando se recristalizan y dejan arenosas las preparaciones, cuando no dan el cuerpo que se espera o cuando se humedecen demasiado rápido. Pero en realidad esto no es así: el “comportamiento” de los azúcares está ligado sobre todo a su concentración, a su temperatura y a otros factores que un buen pastelero puede controlar fácilmente.

Química de los azúcares

Químicamente, los azúcares son hidratos de carbono que se clasifican a partir del número de unidades básicas que intervienen en su formación. Así, los monosacáridos son las formas más simples, los disacáridos están constituidos por la unión de dos monosacáridos; los oligosacáridos, por varios monosacáridos (hasta diez subunidades); y los polisacáridos, por una cantidad aún mayor de estas unidades básicas. A los polisacáridos no se los llama “azúcares” porque no tienen gusto dulce. Tan grandes son estas moléculas que ya no pueden estimular el sensor de dulce que tenemos en nuestras papilas gustativas (véase el capítulo 8).

Los monosacáridos más abundantes en la naturaleza y, por lo tanto, más comúnmente usados (glucosa, fructosa y galactosa) comparten la misma fórmula química: C6H12O6, o sea, contienen seis átomos de carbono, doce de hidrógeno y seis de oxígeno. La sacarosa, la maltosa y la lactosa –los disacáridos más comunes– justamente están conformados por la unión de dos de esos monosacáridos, por lo que también coinciden en su fórmula química, C12H22O11 (los dos átomos de hidrógeno y el de oxígeno que parecen faltar corresponden a una molécula de agua [H2O] que se pierde al establecerse la unión entre los dos azúcares).

Figura 6.1. Monosacáridos y disacáridos más habituales



Si bien comparten las fórmulas químicas, estos azúcares son diferentes en cuanto a la manera de distribuir sus átomos en el espacio. Como en el juego de buscar las diferencias, la figura 6.1 nos muestra que los carbonos de la fructosa están dispuestos como un pentágono y, en cambio, los de la glucosa y la galactosa, como hexágonos.

Entre estos dos últimos, también hay sutiles diferencias en la orientación de los grupos OH (llamados hidroxilo). Sin embargo, en todos los casos se trata de moléculas similares que compartirán la mayoría de las características simplemente variándolas un poco aquí, un poco allá.

Por su parte, no todos estos azúcares proporcionan el mismo dulzor. La tabla 6.1

muestra el dulzor relativo de los azúcares más habituales. La sacarosa (el azúcar común de mesa) se toma como el valor de referencia, con un 100% de dulzor relativo.

Tabla 6.1. Dulzor de diferentes azúcares

Tipo de azúcar	**Dulzor relativo**
Lactosa	40%
Maltosa	

50%

Glucosa

70%

Sacarosa

100%

Fructosa

140%

Respecto de sus características, sin duda la más relevante es la alta afinidad que tienen con el agua, que es la que les permite disolverse con facilidad. Esto hace que la influencia del azúcar en las preparaciones vaya mucho más allá de aportar gusto dulce: da cuerpo a los almíbares, caramelos y dulces; permite que los helados sean untuosos aun a temperaturas bajas, pues impide que parte del agua se congele; actúa sobre las estructuras de las masas, volviéndolas más tiernas que sus pares saladas y, en el caso de las masas batidas, hasta permite una miga más aireada; afecta las propiedades de algunos espesantes y gelificantes, como la pectina, que sin un alto porcentaje de azúcar se vuelve inútil; y también, entre muchos otros efectos, funciona como conservante, porque al atrapar agua en los alimentos, se la sustrae a los microorganismos.

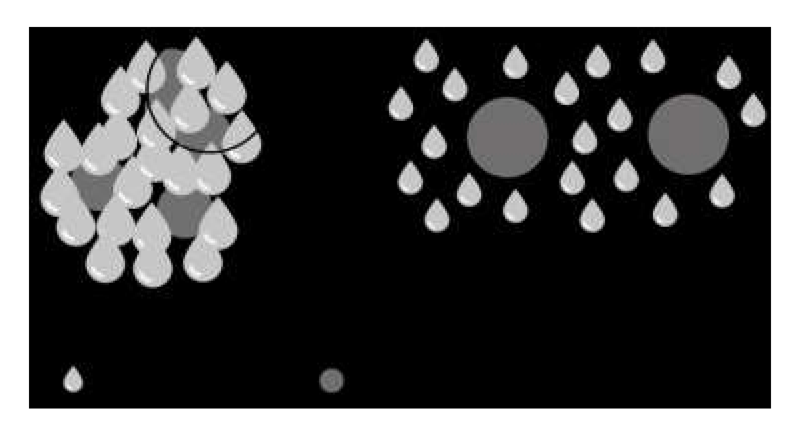
En este capítulo, nos centraremos sobre todo en las interacciones entre el azúcar y el agua. Trabajaremos en particular con la sacarosa, pero cabe señalar que (con pequeños cambios en las magnitudes) las mismas leyes se aplican para los otros azúcares mencionados.

Cristales y soluciones: almíbares

El azúcar nos puede llegar en forma de cristales dentro del paquete o disuelta, por ejemplo en dulces, almíbares o mieles. Los cristales son el estado sólido del azúcar, donde cada molécula de sacarosa se atrae con otras para formar una estructura ordenada y repetitiva. En las soluciones, cada molécula de sacarosa está rodeada de moléculas de agua, y esto la mantiene separada de las demás.

Para tener una idea de las magnitudes de estos cristales, cada diminuto granito de azúcar que podemos distinguir en una azucarera (hay unos 20 000 de ellos en una cucharada) es un cristal formado por aproximadamente 100 000 000 000 000 000 (cien mil billones) de

moléculas de sacarosa. Sin embargo, estos millones de millones de moléculas sienten más atracción por las moléculas de agua que entre sí. Por eso, cuando las ponemos en un medio acuoso, lentamente las moléculas de agua atraen a las de sacarosa, “robándolas” del cristal. Después de un tiempo, todas las moléculas de sacarosa están rodeadas de agua, o sea, disueltas, y ya no sentimos los granitos de azúcar en la boca. En ese momento, podemos decir entonces que estamos frente a una solución de azúcar en agua llamada “almíbar”.



Ahora bien, este proceso de disolución tiene un límite. En algún momento, si seguimos agregando azúcar, no habrá ya más moléculas de agua libres para disolver la siguiente molécula de sacarosa. La pregunta es cuánto azúcar se necesita para llegar a este punto.

¿Cuánto puedo disolver en mi café? La respuesta asombra… En un típico pocillo de 100

cm3 de café se pueden disolver por lo menos 180 g de azúcar, ¡unos 30 sobrecitos! Solo hay que tener paciencia y revolver para que los granitos de azúcar entreguen cada una de sus moléculas (además de una taza grande para que el líquido no rebalse).

Figura 6.2. Solución de azúcar y agua: almíbar

Pero hay otra variable clave que hay que mencionar: la cantidad de un azúcar determinado (sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa, etc.) soluble en agua depende de la temperatura de la solución: a mayor temperatura, mayor cantidad de azúcar. La tabla 6.2 muestra qué cantidad de azúcar puede disolverse en agua a distintas temperaturas.

Por ejemplo, a 50 ºC, pueden disolverse hasta 260,4 g de azúcar en 100 cm3 de agua. Si analizamos un poco más los datos, surge un interrogante: ¿qué pasa en mi café si consigo disolver estos 260,4 g de azúcar que me son permitidos a 50 ºC, pero no lo tomo y se enfría? Según la tabla, si ahora el café tiene una temperatura de 20 ºC, solo puedo tener 203,9 g de azúcar disuelta. ¿Y qué pasa entonces con los 56,5 g de diferencia? Al enfriarse, las moléculas de agua "sueltan" las moléculas de azúcar que no pueden disolver a la nueva temperatura y estas se "sienten" atraídas entre sí y forman cristales nuevamente. Por lo tanto, obtenemos un café con los 203,9 g de azúcar permitidos disueltos, y el resto (56,5 g), en granitos de azúcar.

Este es uno de los mayores desafíos que plantea el azúcar en la cocina: controlar si un almíbar cristalizará o no, y si lo hace, qué porcentaje, el tiempo que llevará este proceso y el tamaño que tendrán los nuevos cristales. Pero a no entrar en pánico: si comprendemos la dinámica de las soluciones, ya no tendremos que tolerar más almíbares caprichosos en franca rebelión contra sus creadores.

Como dijimos, cada monosacárido es diferente en su relación con el agua a pesar de tener fórmulas químicas similares: a 20 ºC se pueden disolver 204 g de sacarosa en 100

cm3 de agua, pero a la misma temperatura solo pueden disolverse 69 g de glucosa y 375

g de fructosa (un montón). Esta afinidad por el agua que tiene la fructosa puede mejorar la vida útil de algunas preparaciones como budines, aumentando su humedad en el tiempo, o arruinar el crocante de unas galletitas.

Tabla 6.2. Solubilidad del azúcar en agua a distintas temperaturas **Temperatura de la**

Cantidad de azúcar que puede disolverse en

Porcentaje de azúcar en la solución

solución

100 cm3 de agua

(peso en peso)

179,2 g

64%

0 ºC

190,5 g

66%

10 ºC

203,9 g

67%

20 ºC

219,5 g

69%

30 ºC

238,1 g

70%

40 ºC

260,4 g

72%

50 ºC

487,2 g

83%

100 ºC

669,0 g

87%

115 ºC

Resumamos lo visto hasta ahora planteando las leyes básicas de las soluciones:

- Una solución es una mezcla homogénea de dos o más compuestos.

- Toda solución está formada por un compuesto disperso (soluto) y un medio dispersante (solvente).

- Existe una cantidad máxima de soluto que se puede disolver en el solvente, y esta cantidad depende de la temperatura de la solución. Cuando una solución llega a este punto máximo, se dice que está saturada (este punto depende del soluto y del solvente; la cantidad de sacarosa que puede disolverse en agua será distinta que la de lactosa o la de sal).

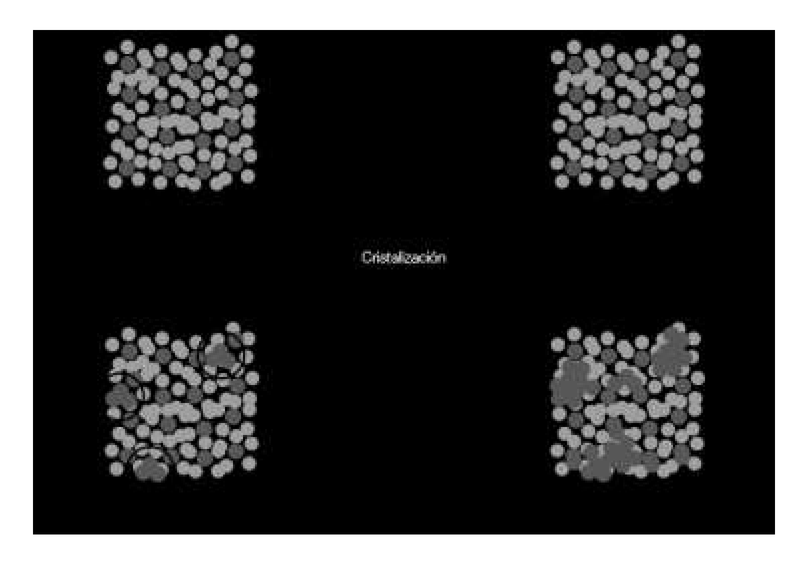
- Una solución que no sobrepase este punto de saturación permanece inalterada, es decir, sin que el soluto cristalice, a menos que se modifiquen sus condiciones de temperatura o concentración.

- Una solución que sobrepase el límite de saturación y tenga más soluto disuelto que el permitido está sobresaturada; estas soluciones inexorablemente dejan cristalizar el soluto excedente hasta alcanzar nuevamente el punto de saturación.

Cristalización de azúcares

Para que los caramelos, chupetines, almíbares y la mayoría de las cremas sean considerados perfectos, se exigen soluciones sin cristales de azúcar. En cambio, en otras preparaciones como el *fondant*, el

toffee, los bombones de licor, las cascaritas de naranja



glaseadas y la cobertura de los confites, la perfección está dada por un determinado nivel de cristalización del azúcar.

¿Cuándo y por qué ocurre este fenómeno? El motivo básico por el que el azúcar se cristaliza es sencillo: en algún momento la solución se vuelve sobresaturada. Esto ocurre o bien porque parte del agua se evapora (y el almíbar se concentra aún más y obliga al azúcar a cristalizarse), o bien porque la solución se enfría (y disminuye la solubilidad del azúcar).

Figura 6.3. Cristalización del azúcar

Y aunque no lo crean, en este esquema básico hay todavía lugar para variaciones. Por ejemplo, podemos tener la misma cantidad de azúcar cristalizada en pocos cristales grandes o en muchos pequeños; por otro lado, la cristalización puede ocurrir en todo el almíbar o podemos restringirla a un área, como en los bombones de licor.

Veamos entonces qué podemos hacer para favorecer, dificultar y modificar la cristalización de un almíbar.

Factores que incentivan la cristalización de un almíbar

Para favorecer la cristalización, se llevan los almíbares a condiciones

de sobresaturación y luego se ayuda a las moléculas de sacarosa a encontrarse. Las estrategias que se utilizan para estimular este encuentro y, por lo tanto, la formación de cristales son: el movimiento, la siembra, las irregularidades y la evaporación.

El movimiento

En las cocinas suele estar prohibido remover los almíbares. Si están sobresaturados, cuando se los revuelve se acelera la velocidad a la que el azúcar cristaliza porque, al

“pasear” a las moléculas por todo el almíbar, se les da mayor oportunidad de encontrarse con otras. Entonces: si la intención es propiciar el dichoso cristal, removamos; a las moléculas les será más fácil encontrarse si las empujamos un poquito.

Por otro lado, al revolver se incorpora un poco de aire, que –al estar a unos 20 o 30 ºC–

puede llegar a enfriar almíbares muy calientes y llevarlos al punto de sobresaturación.

Sin embargo, pueden revolverse sin temor almíbares que estén lejos del punto de saturación, ya que nunca cristalizarán (por ejemplo, los almíbares livianos con que se humedecen los bizcochuelos, el almíbar de los duraznos en conserva o incluso los dulces).

La siembra

Agregar granitos de azúcar a un almíbar sobresaturado hará que este cristalice más rápido porque le proporciona a las sacarosas nuevos y amplios lugares a los cuales adherirse (recordemos que un granito tenía cien mil billones de moléculas). En la cocina, esto sucede involuntariamente cuando, al preparar un almíbar, se van formando en las paredes de la olla pequeños cristales de azúcar, que pueden caer dentro de la preparación. Estos cristales provienen de las manchas que deja el almíbar que se secó.

Habitualmente, esto se soluciona pasando por el borde de la cacerola un pincel mojado durante la cocción; de esta forma, los cristalitos caen en el almíbar hirviendo y se disuelven. Después de la cocción, en general conviene cambiar de recipiente por si algún cristalito ha sobrevivido. Una receta perfecta para observar este fenómeno es la de palitos de azúcar *candy*.

Las irregularidades

Los bordes, la superficie o cualquier particularidad accidental del recipiente (un rayón en una olla), así como los utensilios utilizados (una cuchara) o los ingredientes que se agregan (por ejemplo, frutas secas) incitan a que la mayor parte de la cristalización

ocurra allí, sin que se acelere necesariamente el proceso. Esto es útil para elaborar garrapiñadas o la costra de azúcar característica de un bombón de licor.

En los bombones de licor, se coloca un almíbar de concentración muy cuidada en pocitos hechos en una fuente llena de almidón que se ha secado previamente en el horno (un polisacárido). Luego, se lo cubre con más almidón y se lo deja reposar. Al cabo de unas horas, se forma una pared de azúcar cristalizado alrededor de cada uno de los bombones, lo que permite sacarlos de la fuente y bañarlos con cuidado en chocolate.

La habilidad del cocinero radicará en obtener un almíbar y condiciones de cristalización que produzcan una capa lo suficientemente resistente como para sostener el almíbar en el interior del bombón, pero no tan gruesa como para que se note al comerlo. Otra forma de hacer los bombones de licor es verter el almíbar sobre coquillas de chocolate templado. La superficie interna de la coquilla funciona como una fuente de irregularidades y la desecación que ocurre en la superficie cristaliza. Una vez lograda la cristalización, se cubre nuevamente con chocolate templado.

La evaporación

La evaporación del agua de un almíbar que se deja destapado hace que la concentración de azúcar suba y tal vez supere el límite de saturación. Esto sucede con mayor facilidad si el almíbar está caliente, ya que obviamente el agua se evaporará más rápido. Este es el efecto que se busca en las cascaritas de naranjas glaseadas, en los glaseados de budines y en algunas técnicas de bombones de licor. Si, por el contrario, queremos evitar la cristalización, basta con tapar el recipiente.

Palitos de azúcar candy: cristalización controlada

Esta receta, de Osvaldo Gross, es un claro ejemplo de cómo estimular la cristalización en forma controlada.

Ingredientes

- Azúcar: 2,5 kg
- Agua: 1 l

Procedimiento

1. Para lograr que con el tiempo el azúcar cristalice solamente sobre los palitos, se disuelven 2,5 kg de azúcar en 1 l de agua, y se calienta hasta que hierva a 106-107 ºC.

2. Una vez que llega a esa temperatura, se deja enfriar en un recipiente tapado hasta que alcance temperatura ambiente.

3. Para pegar el azúcar, se sumergen los palitos de madera en un almíbar a 120 ºC y luego se pasan por azúcar. Así, al enfriarse queda duro, y los cristales, adheridos al palito.

4. Una vez frío, como pescando dentro del almíbar, se colocan los palitos, sobre los que previamente se han pegado algunos cristales de azúcar, cuidando que no caigan dentro de la preparación. Se dejan allí hasta que se formen los cristales (tardará entre uno y tres días).

Lo que ocurre es lo siguiente: al enfriarse, el almíbar produce una solución sobresaturada de azúcar; si colocamos cristales de azúcar dentro de ella, estimularemos la cristalización justamente sobre *esos* cristales. Es por este motivo que resulta fundamental cuidar que no caiga en el almíbar ningún cristal de los que se pegaron al palito, ya que si esto sucediera, la cristalización se daría en toda la preparación y no solo alrededor del palito.

Factores que dificultan la cristalización de un almíbar

Para dificultar la cristalización es necesario impedir que nuevas moléculas y cristales se adhieran a otros. Esto se logra básicamente de dos maneras: imposibilitando que las moléculas se muevan o poniendo obstáculos en su camino para evitar que se encuentren.

Sustancias de interferencia

En primer lugar, pueden funcionar como sustancias de interferencia grandes moléculas que hagan más viscoso al almíbar para que cualquier movimiento se vuelva más lento, o que simplemente actúen como obstáculos en el camino de dos cristales que van a juntarse para formar otro mayor. También se pueden usar pequeñas moléculas

(similares pero no iguales) que mantengan a los cristales separados mediante un ligero engaño.

Para el primer caso, un ejemplo es el agregado de una cucharada de jarabe de glucosa en un almíbar. Este truco popular evita que el almíbar se cristalice con facilidad o que los *fondants* se vuelvan excesivamente arenosos. También los lácteos que se añaden a los almíbares para hacer *caramels* y *toffees* aseguran una textura suave al no dejar que los cristales de azúcar crezcan demasiado.

El otro camino consiste en agregar pequeñas moléculas (como anticipamos: similares pero no iguales) que puedan adherirse al cristal pero que funcionen como tapón e impidan que se sumen otras moléculas. En este caso, las opciones son limitadas porque solo se adherirán al cristal moléculas muy parecidas a la sacarosa. La glucosa y la fructosa tienen la capacidad de adherirse a los cristales de sacarosa y de impedir que se sume más sacarosa a la estructura. Sin embargo, rara vez estos azúcares se adicionan directamente ya que no suelen ser parte del inventario estándar de una cocina o pastelería. En vez de agregarlos en forma cristalina, se suele recurrir a ácidos, jugo de limón o vinagre, que fracturan la sacarosa y dejan libres sus dos componentes, glucosa y fructosa, lo cual permite lograr el mismo efecto (veáse el apartado “Azúcar invertido”, en este mismo capítulo).

La viscosidad

Algunos almíbares son tan concentrados en azúcar que, cuando se enfrían, se vuelven muy viscosos, duros y hasta parecen sólidos. Un almíbar hervido a 120 ºC ya es duro cuando se enfría, y de hecho, este es el modo de reconocerlo mientras se lo elabora (solo se retira un poco de almíbar de la preparación, se lo enfría rápido en agua fría o

tirándolo sobre una mesa y, si está suficientemente duro, se sabe que ya está listo).

En estos almíbares tan poco fluidos, el movimiento de las moléculas se hace lento y les cuesta encontrarse, lo cual limita mucho la formación de cristales. Los chupetines y caramelos duros se elaboran con un almíbar coloreado y saborizado que se enfría rápidamente en moldes. A pesar de estar en el rango de los almíbares sobresaturados, la cristalización no ocurre y los caramelos tienen el aspecto de un vidrio.

El caso particular del fondant

Como el azúcar *candy*, el *fondant*[55] es una preparación que pone de manifiesto la habilidad para controlar la cristalización. ¿Cómo es su receta? Para empezar, se colocan 1 kg de azúcar, 150 g de jarabe de glucosa y 400 cm3 de agua en una cacerola, y se cocina

la mezcla hasta alcanzar entre 114 y 116 ºC. Una vez lograda esta temperatura, se deja enfriar la preparación hasta llegar aproximadamente a 60 ºC; luego, se la vierte sobre un mármol mojado y se la mueve para estimular la cristalización.

Gracias a la formación de los cristales, pasará de transparente a blanquecina y se pondrá cada vez más firme hasta adquirir una consistencia arcillosa, que luego permitirá darle forma para crear figuras o hacer una capa para cubrir tortas. Como el almíbar se sobresatura a los 60 ºC, al estimular la cristalización se formarán muchos cristales pequeños que más tarde no se percibirán en la boca y darán una textura agradable y sedosa. Si, por el contrario, se estimula la cristalización a temperaturas mayores, se formarán menos cristales que irán creciendo lentamente a medida que se enfría la preparación y producirán una textura final granulosa o arenosa muy alejada de la ideal.

El tamaño de los cristales

No solo en el caso del *fondant* o del *toffee* el tamaño de los cristales de azúcar es fundamental en la textura final de la preparación: también es clave en una receta de masa *sablée*[56] para hacer masitas. Veamos en qué consiste su elaboración. La receta indica 150 g de manteca, 100 g de azúcar impalpable, ralladura de ½ limón, 3 yemas, 250 g de harina 0000 y 5 g de sal. El procedimiento es el siguiente: primero, se blanquea la manteca con el azúcar; luego, se agrega la ralladura de limón y las yemas.

Finalmente, la harina y la sal. Se une todo sin amasar y se fresa[57] la

masa una o dos veces. Se envuelve en film y se deja descansar en la heladera. Luego, se estira con un palote hasta unos 3 o 4 mm, se cortan las masitas y se cocinan a 170 ºC por doce minutos.

Bien. ¿Por qué el uso de azúcar impalpable o glas? ¿Cuál es su diferencia con el azúcar común? La única (pero importante) diferencia entre ambas es el tamaño de los cristales: en el azúcar impalpable los cristales son mucho más pequeños. Además, en su versión comercial, esta tiene agregado de algún antiaglutinante, como por ejemplo almidón de maíz (en una masa no se percibe, pero si la usamos para una crema chantilly, algunos paladares exquisitos pueden llegar a notar su presencia).

Podemos fabricar azúcar impalpable en casa moliendo el azúcar con un molinillo de café o una licuadora potente. Si tenemos pensado guardarla, se recomienda agregar un 3% de almidón de maíz.

Ahora bien, ¿qué pasa si, para hacer la masa *sablée*, en vez de azúcar impalpable usamos azúcar común? Nuestra decisión no pasará inadvertida: la diferencia en la textura final es muy notable. Si usamos azúcar común, la superficie de la masita no queda tan lisa.

En lo que respecta a la textura interior, la masa hecha con azúcar común tendrá agujeritos más grandes y en boca una cierta crocancia que se opone a la suavidad que ofrece el azúcar impalpable.

¿A qué se debe esta diferencia? En primer lugar, al batir la manteca con el azúcar común y blanquear, los cristales más grandes dejan atrapado más aire que los más chicos. Además, en esta masa hay muy poca agua, ya que el agua proviene de las yemas y de la manteca. Dado que la masa se tiene que trabajar siempre bastante fría, el azúcar contenida se disuelve fundamentalmente durante la cocción. Al disolverse, el espacio que ocupaba queda hueco. Por otro lado, la superficie llega a temperaturas lo suficientemente altas como para fundir el azúcar dando esa diferencia en la superficie y una crocancia que podemos notar en el paladar.

El azúcar en el agua: un universo de cambios

El azúcar altera las propiedades del agua en la que se disuelve. El efecto más obvio es que se vuelve menos fluida, pero no es el único.

Para empezar, a medida que crece la concentración de azúcar, aumenta la temperatura de hervor del agua. En condiciones normales de presión y temperatura, el agua hierve a 100 ºC, pero es habitual que un almíbar hierva a 120 ºC o hasta 159 ºC. Por el contrario, su

punto de congelamiento decrece si la temperatura del almíbar aumenta.

Precisamente, disfrutamos de la untuosidad de un helado servido a -18 ºC porque alrededor de un 15% de su agua sigue siendo fluida y hace que el helado no sea un bloque de hielo.

Otra de las propiedades que varía al aumentar la cantidad de azúcar es la densidad: cuanta más azúcar tenga un almíbar, más pesará un litro de este líquido. Un litro de almíbar, por ejemplo, puede pesar fácilmente 1,5 kg frente al kilo que pesa el litro de agua. Por último, la forma en que la luz se refleja y refracta en el agua con azúcar también cambia según cuál sea la concentración.

Estos dos últimos datos han permitido construir instrumentos –densímetros y refractómetros– que, basados en estas alteraciones, nos pueden decir en qué punto está un almíbar. Si a ellos les sumamos el termómetro, tenemos tres formas distintas de saber cuál es la concentración de azúcar en un almíbar. Y esto es clave para la elaboración correcta de helados, golosinas, conservas, merengues, baños para tortas o bombones en cualquier cocina, pero sobre todo en los procesos industriales, donde pequeñas variaciones pueden atascar máquinas o generar problemas de comercialización.

Tabla 6.3. Diferentes mediciones de la concentración de azúcar[58]

Concentración de azúcar (% peso/peso)

Temperatura de

Densidad

Densidad Consistencia

ºBrix (refractómetro)

ebullición (ºC)

(kg/l)

(ºBaumé)

0

100,0

1,000

0

10

100,4

1,039

5,57

20

100,6

1,082

11,10

40

101,5

1,178

21,97

60

103,0

1,288

32,49

Almíbar

de

entremets

65

104,0

1,318

35,04

69,4

105,8

1,346

37 ,26

Hilo

72,4

106,0

1,362

38,55

74,8

107,0

1,381

40,03

77,2

108,0

1,394

41,01

80,9

110,0

1,420

42,95

83,4

112,0

1,438

44,00

85,7

114,0

1,454

45,33

Bola blanda

87

115,0

1,457

45,48

87,4

116,0,

1,461

46,00

89

118,0

1,475

46,73

90,4

120,0

1,481

47,40

Bola media

91,6

122,0

1,493

48,00

92,8

124,0

1,503

48,58

Bola dura

93,7

126,0

1,510

49,03

94,6

128,0

1,514

49,25

95,1

130,0

1,518

49,49

96,6

135,0

1,526

50,12

97,8

140,0

1,539

50,84

98,9

145,0

1,547

51,28

En la tabla 6.3 se relacionan la concentración de sacarosa, la temperatura a la que hierve un almíbar con determinado porcentaje de azúcar, su densidad (medida en dos escalas diferentes) y el método más casero de medición de almíbares, que es su consistencia al enfriarse.

Esta tabla nos permite relacionar una forma de medir con otra. Y, si solo poseemos un termómetro, podemos hacer un almíbar a 65 ºBrix[59] simplemente retirándolo del fuego cuando hierva a 104 ºC. Ahora bien, debemos saber que cada una de estas maneras de medir un almíbar tiene sus pros y sus contras. El termómetro da una información inmediata sobre un almíbar que se está cocinando, mientras que los otros instrumentos están graduados para ser usados con almíbares a 20 ºC. Sin embargo, en algunos rangos se obtendrá mayor precisión a través de un refractómetro o un densímetro (por eso, estas escalas tienen mucha utilidad).

Como ejemplo se puede observar que, entre los 100,6 ºC y los 101,5 ºC a los que hierve un almíbar (apenas una diferencia de 1 ºC, es decir, un 1% en la temperatura), la concentración de azúcar crece el doble, de 20 a 40%, la densidad casi un 10% y, medida en grados Baumé, casi el doble nuevamente al pasar de 11,1 a 21,97. A esto debemos sumar que no es fácil obtener una lectura estable cuando tomamos la temperatura en un líquido burbujeante que está más caliente en la zona de contacto con la olla, despide vapor a altas temperaturas y cambia constantemente. Por tal razón, con un termómetro nos será prácticamente imposible diferenciar un almíbar con un 20% de azúcar de uno con un 30% o de uno con un 40%, mientras que si utilizamos densímetros o refractómetros no tendremos este problema.

En otros sectores de la tabla, la concentración varía poco mientras que la temperatura muestra cambios más significativos; en esos casos, un termómetro es la mejor opción para un trabajo preciso. Entre los 118 ºC y los 122 ºC, por ejemplo, la concentración apenas varía de un 89% a un 91,5%.

En concreto, los densímetros y refractómetros se utilizan sobre todo para la confección de mezclas en helados, confituras y algunas golosinas y para hacer bombones de licor.

¿Qué son los grados Baumé? ¿Y para qué tantas formas de medir?

La medición en grados Baumé se diferencia de la medición de la densidad sencillamente por la escala en la que está graduado el densímetro (el tipo de instrumento que se utiliza es el mismo). La escala surge del siguiente cálculo: Baumé = 145 – (145 / Densidad)

Densidad = 145 / (145 – Baumé)

Esta relación entre ambas medidas permite aumentar en forma drástica la escala con la que se está midiendo, aun con pequeñas diferencias de temperatura, y tener mayor precisión en la concentración de azúcar que se desea lograr.

Recordemos que la densidad es una propiedad intensiva de la materia (es decir, es independiente de la cantidad de materia a la que nos estemos refiriendo) y se define como la relación entre la masa y la unidad de volumen: cuánta masa hay, por ejemplo, en un litro de un líquido determinado. El peso específico, por su parte, es la relación entre el peso y la unidad de volumen, y dado que el peso es igual a la masa por la aceleración de la gravedad (P = m x g), será diferente según la gravedad del lugar donde estemos cocinando.

Al analizar la tabla 6.3 con detenimiento, veremos que cada una de estas formas de medir será más o menos adecuada según la concentración de azúcar que necesitemos lograr para el éxito de la preparación.

¿Qué más nos dicen las tablas?

A partir de las concentraciones máximas de azúcar permitidas a distintas temperaturas, podemos extraer algunos datos interesantes para la pastelería.

□

Dado que a 0 ºC se puede obtener un almíbar hasta con un 64% de azúcar sin que se sature (tabla 6.2), podemos decir que cualquier

almíbar que hierva por debajo de los 103 ºC (concentración 60%, tabla 6.3) no cristalizará cuando se enfríe tapado o incluso en la heladera… Nunca dará problemas.

□

A 115 ºC, los almíbares se sobresaturan si tienen más de un 87% de azúcar (tabla 6.2), y justamente esta es casi la concentración que alcanzan al hervir a esa temperatura (tabla 6.3). Por lo tanto, los almíbares que hiervan a temperaturas más altas, ni bien se enfríen una décima de temperatura, ya estarán sobresaturados y cristalizarán (así que

¡cuidado con ellos!). Por su parte, los que estén hirviendo por debajo pero cerca de los 115 ºC también cristalizarán si la temperatura desciende un poco; es decir, también deben manejarse con cautela. Ya por debajo de los 108 ºC, la temperatura debe caer decenas de grados para alcanzar un nivel de sobresaturación, de modo que estos almíbares pueden revolverse sin problemas en el fuego y no requieren tanta atención.

La cocción del azúcar

Copos de azúcar

Al calentar el azúcar, suavemente esta pasa del estado sólido al líquido, y se funde en un líquido transparente. Sí, ¡¡transparente!! Es muy difícil llegar a observar este color dado que la temperatura de fusión del azúcar (160 ºC) es muy cercana a la temperatura de su “destrucción” (170 ºC), es decir, cuando comienza a convertirse en caramelo.

Con el azúcar fundida, se elaboran los maravillosos copos de azúcar. La magia de esta receta es colocar azúcar en un pequeño recipiente que se calienta y gira a gran velocidad dentro de otro recipiente más grande. A medida que el azúcar se funde y gira, pequeños hilos de azúcar líquida se desprenden y se enfrían rápidamente. Mientras aún están tibios, se van envolviendo sobre un palillo para lograr el copo de azúcar.

El azúcar así fundida y enfriada no cristaliza: está en estado “vítreo”, llamado así porque, como el vidrio, es transparente. Es un estado particular: las moléculas no se ordenan en cristales como en el estado sólido, sino que están desordenadas como en el estado líquido, pero

están muy muy inmóviles, al igual que en un vidrio.

Caramelo

Como anticipamos, si continuamos calentando el azúcar luego del punto de fusión, se obtiene caramelo. La técnica para un buen caramelo es derretir primero una cantidad pequeña de azúcar, e ir agregando otro poco y luego otro, hasta obtener la cantidad deseada. El procedimiento se realiza de esta manera porque, como el azúcar sólida es un mal conductor del calor, si se llena una olla de azúcar y se coloca sobre el fuego, el fondo se quemará rápidamente sin que la parte de arriba se haya calentado siquiera un grado.

Otra forma de hacer caramelo es a partir de un almíbar. Cuando un almíbar llega a 150

ºC, solo le queda un 1% de agua. A los 160 ºC, se evapora la última molécula de agua y queda únicamente sacarosa; ya no sólida sino fundida, en estado líquido. A los 170 ºC

aproximadamente, las moléculas de sacarosa empiezan a romperse, pero ya no solo en glucosa y fructosa sino en fragmentos más pequeños que además reaccionan entre sí. Se generan así nuevos compuestos; algunos de color rojizo, otros de un aroma acre y gusto amargo. El caramelo ha comenzado a formarse. A medida que se lo sigue cocinando, se rompen más y más sacarosas y se acentúan los olores y el color.

Un caramelo es incristalizable ya que es tan viscoso que, cuando se enfría, las moléculas de sacarosa no logran combinarse para formar los cristales; las moléculas quedan atraídas en estado vítreo, un conjunto desordenado. Si un caramelo se cristaliza es porque todavía posee cierta cantidad de agua, y en ese caso no es en realidad un caramelo sino un almíbar intensamente coloreado. Esto puede llegar a pasar si se

prepara un almíbar sobre un fuego demasiado fuerte o en ollas que no transmiten bien el calor; empieza a generarse en los bordes un caramelo que tiñe el almíbar y confunde al cocinero, que detiene la cocción antes de tiempo.

Una de las dudas más habituales al preparar caramelo es si se puede revolver o no. La regla de oro establece que si el caramelo se ha hecho a partir de agua y azúcar, no se puede revolver, pero, en cambio, si se lo ha preparado solo con azúcar, sí. Al hacerlo con agua y azúcar, el riesgo de mezclar –introducir una cuchara fría y, por lo tanto, aire– es

que aún no se haya evaporado toda el agua y, en vez de obtener caramelo, obtengamos una solución muy concentrada de agua y azúcar que (como se explicó en la sección de almíbares) será muy sensible a los cambios de temperatura y al peligro de que cristalice la sacarosa todavía no transformada en caramelo. Por el contrario, si se prepara solo a partir de azúcar, simplemente estaremos fundiendo (pasando del estado sólido al estado líquido) el azúcar y no habrá riesgo de cristalización.

Garrapiñadas versus praliné

Las garrapiñadas son frutos secos cubiertos con una capa de azúcar cristalizada y una mezcla de caramelo, lo cual los vuelve bastante oscuros. Se pueden comer solos o cubiertos con chocolate. En cambio, el praliné es una mezcla de caramelo con frutos secos que, una vez frío y duro, se pica para usar como crocante en algunos productos de pastelería. Como vemos, ambas preparaciones se hacen con frutos secos y azúcar. Sin embargo, los procedimientos son muy diferentes.

En el caso de las garrapiñadas, se hace un almíbar (que puede estar coloreado) a 118-120

ºC, momento en el cual se agregan, fuera del fuego, los frutos secos. En esta receta, estamos estimulando la cristalización a través de dos métodos. Por un lado, mediante las irregularidades de los frutos secos y, por otro, mediante la disminución drástica de la temperatura: al agregar los frutos a temperatura ambiente, el calor desciende de forma abrupta y el almíbar cristaliza alrededor de cada fruto seco. Podríamos seguir calentando y lograr que, en vez de azúcar cristalizada, quede una capa de caramelo una vez que los cristales se funden, pero en la garrapiñada típica, justamente se buscan de forma intencional esos cúmulos irregulares de cristales de azúcar, que le dan su aspecto característico.

Panal de azúcar

Otra receta fascinante es la del panal de azúcar, un caramelo que por ser muy aireado puede aportar un crocante frágil a una preparación dulce.

Si bien la receta es simple, no es tan fácil encontrarle el punto perfecto a la preparación.

Ingredientes

- Azúcar común: 150 g
- Miel o jarabe de glucosa: 2 cdas
- Agua: 2 cdas
- Bicarbonato de sodio: 1,5 cdas

Preparación

1.

En una cacerola (nunca sartén, ya que hace espuma y puede rebalsar), calentar el azúcar con el agua y la miel, y cuando llega a 150 ºC, agregar el bicarbonato de sodio.

2.

Verter rápidamente en un molde con aceite o una tela siliconada. El bicarbonato se descompone a los 60 ºC y libera dióxido de carbono haciendo mucha espuma (y muy caliente). El caramelo formado atrapa el dióxido de carbono y el interior queda ahuecado como un panal de abejas.

Algunas cuestiones importantes:

- Verter rápidamente el contenido en el molde y no aplastarlo.
- No sobrepasar los 150 ºC ya que, de lo contrario, dado que el bicarbonato acelera la transformación en caramelo, quedará muy

amargo y oscuro.

Evitar pasarse de la cantidad de bicarbonato; si nos pasamos, tendrá gusto a jabón.

Para preparar praliné, una vez hecho el caramelo (a partir de azúcar solamente, o a partir de azúcar y agua), se esparce sobre una capa de frutos secos partidos. Para que luego sea sencillo partirlo o cortarlo, se intenta que la capa de caramelo y frutos secos sea fina.

Recuerden que si bien es posible hacer praliné a partir de un caramelo hecho con azúcar y agua o solo a partir de azúcar, no es posible, por el contrario, hacer una garrapiñada a partir de azúcar solamente, ¡ya que no habría agua para que cristalice!

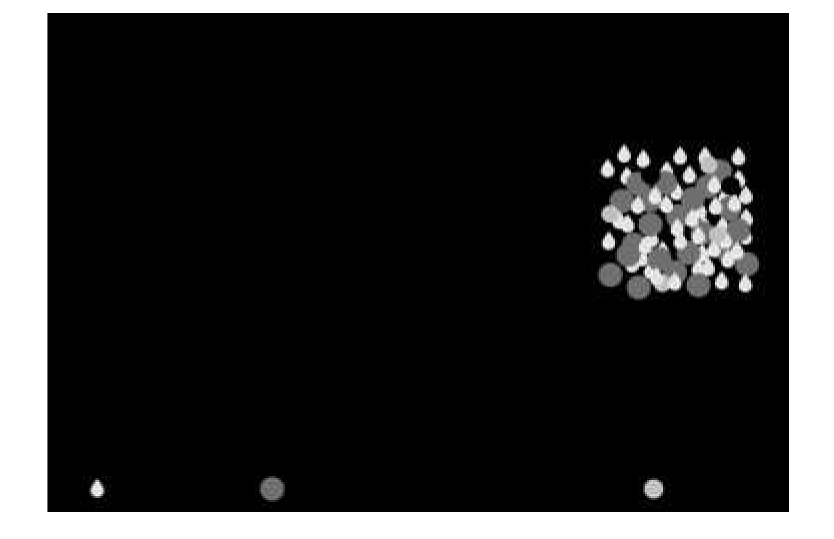
Azúcar invertido

Al cocinarse un almíbar, además de crecer la concentración de azúcar a medida que el agua se evapora, acontecen otros cambios. Sometidas a calores tan intensos, las moléculas de sacarosa comienzan a romperse por su parte más débil, y en ese proceso, las moléculas de glucosa y fructosa que las constituyen se separan. Obtenemos entonces un nuevo almíbar formado por agua, sacarosa, glucosa y fructosa, que se denomina

“azúcar invertido” (se le dice “invertido” porque rota la dirección de polarización de la luz en forma inversa a como lo hace un almíbar de sacarosa).

Figura 6.4. Azúcar invertido



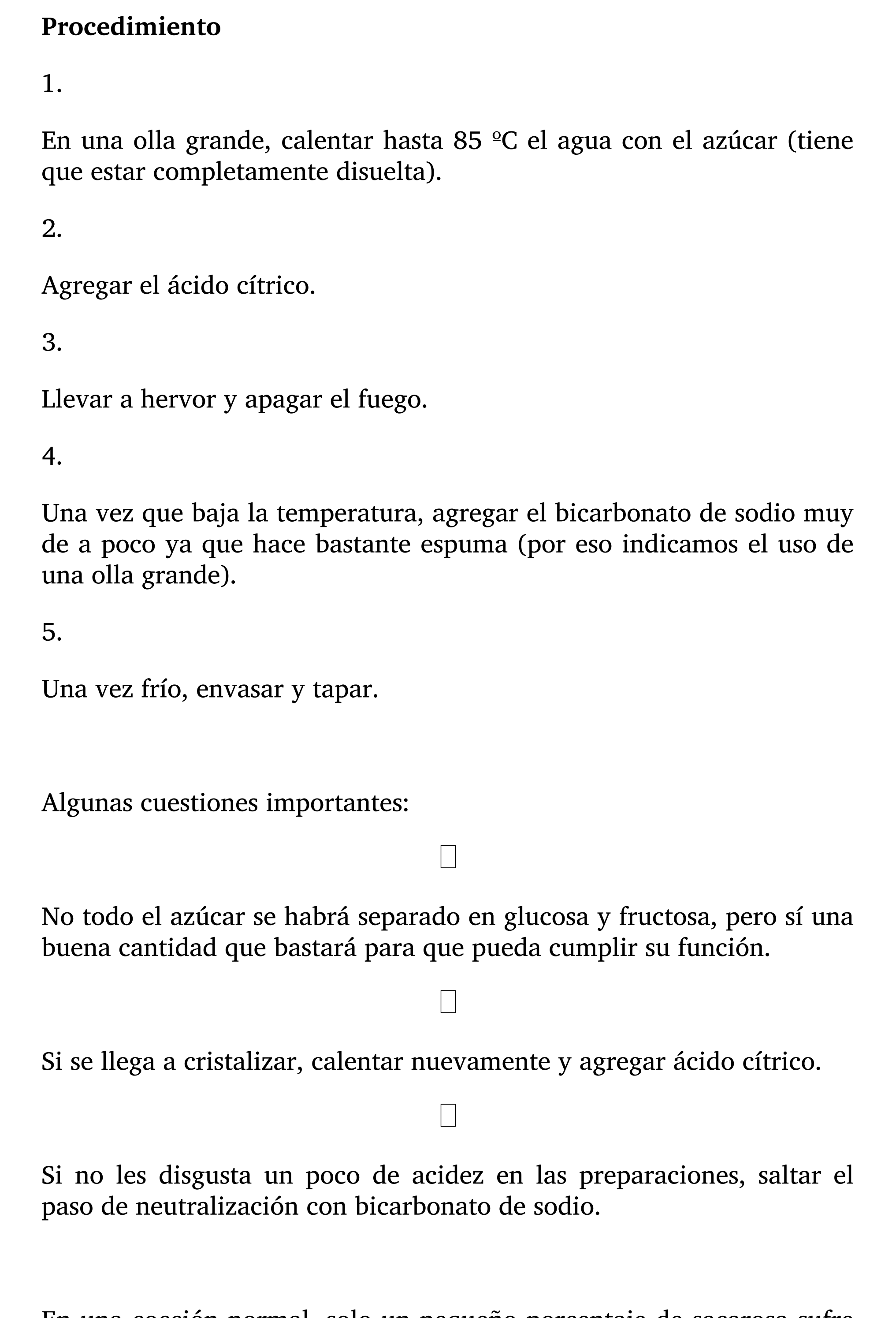


Azúcar invertido

Junto con Lucrecia Cutler, compartimos esta receta de azúcar invertido casero (en el caso de comprarlo, la ventaja es que el grado de inversión –es decir las proporciones de glucosa, fructosa y sacarosa– son estandarizadas).

Ingredientes

- Azúcar: 340 g
- Agua: 155 g
- Ácido cítrico: 2 g
- Bicarbonato de sodio: 2,6 g (opcional para neutralizar la acidez)



Procedimiento

1.

En una olla grande, calentar hasta 85 ºC el agua con el azúcar (tiene que estar completamente disuelta).

2.

Agregar el ácido cítrico.

3.

Llevar a hervor y apagar el fuego.

4.

Una vez que baja la temperatura, agregar el bicarbonato de sodio muy de a poco ya que hace bastante espuma (por eso indicamos el uso de una olla grande).

5.

Una vez frío, envasar y tapar.

Algunas cuestiones importantes:

- No todo el azúcar se habrá separado en glucosa y fructosa, pero sí una buena cantidad que bastará para que pueda cumplir su función.

- Si se llega a cristalizar, calentar nuevamente y agregar ácido cítrico.

- Si no les disgusta un poco de acidez en las preparaciones, saltar el paso de neutralización con bicarbonato de sodio.

En una cocción normal, solo un pequeño porcentaje de sacarosa sufre esta transformación. Sin embargo, el agregado de un poco de ácido nos permite incrementar la cantidad de azúcar que se rompe, lo cual

deriva en un nivel de concentración de glucosas y fructosas que cambia apreciablemente las características del almíbar.

Como explicamos, la presencia de glucosa y fructosa previene en cierta medida la cristalización de la sacarosa y por ello suele agregarse ácido o directamente azúcar invertido a los almíbares concentrados. En los helados, se utiliza específicamente el azúcar invertido para prevenir la cristalización de la lactosa (que daría, como resultado, helados arenosos). En otras preparaciones, como budines o algunos rellenos, se utiliza para prolongar su vida útil porque la glucosa retiene mucho mejor el agua e impide que esta migre a medida que los productos envejecen.

Además de la utilización de ácidos, en la industria se recurre también al trabajo de las enzimas para decidir el porcentaje de azúcar invertido que habrá en un determinado

producto. En función de las necesidades específicas, se comercializa una gran variedad de estos azúcares.

Si se encuentran con dificultades a la hora de conseguir azúcar invertido, les cuento que puede fabricarse de un modo muy sencillo mezclando las proporciones deseadas de azúcar, glucosa en polvo (se comercializa como dextrosa) y fructosa (estos ingredientes son fáciles de encontrar en las tiendas que venden productos de repostería y hasta en supermercados). También pueden hacer un "almíbar invertido" con la receta anterior.

Otros azúcares (y endulzantes) de uso habitual

Jarabes y miel

Muchas veces en las recetas de pastelería se incorpora "jarabe de glucosa" (mal llamado

"glucosa") o miel. Incluso algunas indican el agregado de azúcar invertido o jarabe de alta fructosa.

Todos estos ingredientes son en realidad almíbares de diferentes azúcares, cuya particularidad es contener hidratos de carbono grandes, llamadas dextrinas, que provienen de la hidrólisis del almidón y tienen la capacidad de absorber mucha agua.

Gracias a ellas, estos almíbares son viscosos (espesos) a pesar de no tener tanto azúcar en su composición, como se ve en la tabla siguiente.

Tabla 6.4. Composición de la miel y los jarabes

Azúcares

Jarabe de glucosa Miel Jarabes de alta fructosa Azúcar invertido

Agua

20%

17%

23%

24%

Glucosa

15%

38%

32%

19%

Fructosa

0%

28%

41%

19%

Sacarosa

0%

1%

0%

38%

Maltosa

11%

7%

2%

0%

Azúcares más grandes

54%

2%

2%

0%

Total

100%

93%

100%

100%

Salvo la miel, que es recolectada y concentrada por las abejas, el jarabe de glucosa, el de alta fructosa y el azúcar invertido se consiguen a partir del almidón de maíz. Durante el procesamiento, los almidones se hidratan, se rompen en azúcares más pequeños (glucosa y maltosa) y luego, tanto para la obtención del azúcar invertido como de los jarabes de alta fructosa, la glucosa se transforma en fructosa mediante un proceso enzimático, siempre controlado a fin de lograr los diferentes porcentajes de fructosa deseados.

¿Por qué en determinadas recetas se suelen preferir estos almíbares? Por lo general, su uso se relaciona con la humedad que se quiere conseguir en el producto final (pensemos, por ejemplo, en los budines) y con el hecho de que esta permanezca en el tiempo. Tanto la glucosa como la fructosa absorben agua dentro de la masa e impiden que el agua abandone los almidones durante el proceso de envejecimiento (lo que haría que estos se recristalizaran y provocaran una sensación de sequedad muy marcada en la boca).

El sensual mundo de la miel

La miel es un producto maravilloso y con una inmensa variedad de matices: según el tipo de flores de las que liben las abejas, el resultado variará en su color, su sabor y su textura.

No todas las mieles tienen la misma composición. Algunas son líquidas a temperatura ambiente y otras, semisolidificadas. En el primer caso, todos los azúcares se encuentran disueltos y, en el segundo, muchos de ellos han formado cristales.

Cuando en la miel hay pequeños cristales de glucosa (dextrosa), al disolverse en la saliva, toman calor de la boca (reacción endotérmica) y dan sensación de frescor.

Alternativas: preparaciones dulces con menos (o sin) azúcar

Cuando en las preparaciones no se pone azúcar, hay que tener en cuenta que no solamente se debe reemplazar el dulzor sino muchas de las características funcionales que aporta a la textura.

Para reemplazarla parcialmente, en algunas recetas se usa azúcar invertido o directamente fructosa, dado que es más dulce y, entonces, con menos cantidad (por ende, menos calorías) la preparación tendrá casi el mismo dulzor.

Ahora bien, si las cantidades de reemplazo son importantes, se suele usar inulina, que es un polisacárido de la fructosa con gran capacidad de absorción de agua. Este no aporta gusto dulce ni prácticamente calorías porque no lo podemos metabolizar (lo excretamos directamente por la orina).

Los edulcorantes no calóricos, por su parte, tienen un gran poder endulzante, por lo cual las cantidades que se usan son mínimas. En la siguiente tabla, se muestra el poder de los edulcorantes de uso habitual.

En general, se encuentran mezclados en los productos comerciales de manera de que haya sinergias (es decir, 2 + 2 dará más de 4 en cuanto al dulzor) y, a su vez, se compensen los sabores extraños que aporta cada uno individualmente.

Tabla 6.5. Edulcorantes no calóricos, poder endulzante INS[60]

Nombre

Número INS Poder edulcorante

Sacarosa

1

–

Sacarina sódica

954

300-500

Ciclamato sódico

952

30-50

Aspartamo

951

200

Acesulfame K

950

200

Sucralosa

955

600

Steviósido

957

300-400

Sorbitol

0,6

–

Xilitol

1

–

Lactitol

0,4

–

Nota: En esta tabla, el valor de la sacarosa es 1, a diferencia de la tabla 6.1, que es 100.

El reemplazo de las propiedades del azúcar que afectan la textura es, por supuesto, más necesario en algunas recetas que en otras. En un merengue, por ejemplo, es imprescindible y se deben agregar espesantes sí o sí. De lo contrario, el "merengue"

tendrá la textura de unas claras batidas. Por otro lado, en preparaciones como budines o tortas, donde gran parte de la textura la aporta el almidón y otros componentes, es posible una reducción importante de la cantidad de azúcar sin comprometer tanto el resultado final. Inclusive se pueden encontrar recetas con edulcorantes no calóricos solos y se logra un espumado como para que se sostenga en la cocción.

En la actualidad, se puede encontrar con mucha facilidad en el mercado el "azúcar light", que aporta el 50% menos de calorías con el mismo dulzor. Los envases indican que se debe colocar la mitad de la cantidad de azúcar a la receta. ¿Cómo se logra que dé el mismo dulzor? Pues con cantidades mínimas de edulcorantes no calóricos. Los que se usan son la sucralosa o la estevia (o ambos), ya que son aptos para cocinar.

*

Como hemos visto a lo largo del capítulo, el manejo de la cristalización de los azúcares permite realizar innumerables maravillas, que van desde los caramelos y chupetines en estado vítreo hasta las garrapiñadas. El dominio de la concentración de azúcar –a través del ojo avezado de quienes lo han manipulado miles de veces o del uso de termómetros, densímetros o refractómetros– facilita la confección perfecta de estas tentaciones. Por otra parte, existen numerosos endulzantes que pueden funcionar como alternativa o

reemplazo del azúcar, siempre que tengamos en cuenta en la receta cómo compensar otras de sus propiedades.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Cómo se prepara el zapallo en almíbar con cal viva? La cal viva es óxido de calcio que, al disolverse en agua, forma hidróxido de calcio. Esta reacción es altamente exotérmica (genera mucho calor); por eso, el agua se calienta. Al colocar los casquitos de zapallo dentro de esta mezcla, el calcio de la cal se combina con la pectina de las paredes celulares del zapallo y produce pectinato de calcio, que, a diferencia de la pectina, es insoluble en agua. Como consecuencia, al cocinar el zapallo en el almíbar, la superficie quedará rígida: la pectina convertida en pectinato de calcio no podrá disolverse en el agua de cocción y quedará en las paredes celulares rigidizando la red de celulosa que las forma.

2.

¿Qué diferencia hay entre invertir azúcar y cristalizarla? “Invertir azúcar”

significa separarla en sus componentes, es decir, convertir la sacarosa (azúcar común) en glucosa y fructosa. En cambio, cuando hablamos de “cristalizar azúcar” estamos diciendo que, en una solución en la que hay azúcar disuelta, parte de ese azúcar se ha agrupado y ha formado cristales.

3.

¿Por qué el azúcar con agua se cristaliza si se revuelve la mezcla? Cuando se está haciendo un almíbar o un caramelo a partir de azúcar con agua, efectivamente la mezcla puede cristalizarse si se la revuelve. Esto ocurre porque la introducción de un objeto frío hace que el almíbar se enfríe enormemente y disminuya la solubilidad del azúcar. Si estábamos frente a una solución saturada, al bajar la solubilidad estaremos frente a una solución sobresaturada y el movimiento generado –la alteración de este equilibrio inestable–provocará que el exceso de azúcar que está reteniendo la solución cristalice.

4.

¿Por qué no se cristaliza el caramelo de manteca y azúcar? ¿Se lo puede revolver? A veces, para hacer caramelos, se colocan manteca, azúcar y, por lo general, jarabe de maíz en una olla al fuego. A

medida que se calienta la preparación, el azúcar se funde y se disuelve en el agua de la manteca y del jarabe de maíz. Al mismo tiempo, el agua se va evaporando y la mezcla se vuelve cada vez más viscosa. En esta preparación, varios factores contribuyen a que el azúcar no se cristalice: por un lado, la

manteca que, al no mezclarse con el agua agregada, va separando las moléculas de azúcar; por otro, la glucosa y las maltodextrinas del jarabe de maíz también frenan la cristalización. Al quedar muy poca agua en la mezcla, las moléculas no tienen oportunidad de ordenarse para formar cristales, y al bajar la temperatura, quedan desordenadas como en un líquido pero a la vez rígidas, imitando la estructura del vidrio.

5.

¿Por qué no deben utilizarse cucharas de metal para revolver un almíbar? Una de las causas de la cristalización de un almíbar es el descenso local de temperatura.

Dado que las cucharas metálicas conducen muy bien el calor (que viaja por la cuchara y se pierde en el aire), si las utilizamos, la pérdida de temperatura será más rápida y facilitará el proceso.

6.

¿Qué propiedades tiene la dextrosa en el helado? Se conoce como dextrosa a la glucosa cristalizada, que presenta un poder edulcorante del 60% con respecto a la sacarosa, aunque tenga, molécula a molécula, la misma habilidad para bajar la temperatura de congelación del agua. Se la agrega, por lo tanto, en los helados, para poder manejar la cantidad de cristales de hielo pero sin que suba tanto su dulzor. La cantidad y el tamaño de los cristales que se formen en un helado a cada temperatura serán críticos para que su textura sea firme.

7.

¿Qué es la isomalta o isomaltosa y para qué se usa? La isomaltosa es un azúcar sintético en el que ambas glucosas se unen de manera distinta que en la maltosa. Tiene la particularidad de ser estable a temperaturas muy altas y permite hacer figuras de azúcar fundida que no tomen color. Además, como es menos higroscópica, las figuras hechas con este azúcar tienen mayor vida útil. Por otra parte, como casi no aporta calorías, se usa también en caramelos o en productos precisamente reducidos en calorías.

[53] La versión original de este capítulo fue escrita en colaboración con Juan Pablo Lugo.

[54] Según lo establece la Ley 27.642 de Etiquetado Frontal en la Argentina, reglamentada por el Decreto 151/22.

[55] Tomaremos como referencia la receta de Nicolás Mercante.

[56] Receta del libro de Osvaldo Gross, *El ABC de la pastelería*, Buenos Aires, Planeta, 2013.

[57] En pastelería, "fresar" significa ir aplastando la masa con la palma de la mano, sin amasar, para integrar los ingredientes y homogeneizar la preparación sin que se desarrolle la red de gluten.

[58] Tabla elaborada en colaboración con Juan Pablo Lugo.

[59] Los grados Brix (°Bx) son una unidad de medida que sirve para determinar el total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de sólido disuelto por cada 100 g de disolución total.

[60] Sistema Internacional de Numeración, Codex Alimentarius FAO/OMS de aditivos alimentarios.

7. Las grasas La verdad más allá de los mitos

Las grasas son como la bruja que no fue invitada a la fiesta: sin ella el cuento no habría existido.

Laika-Merlina

Décadas atrás, las grasas cayeron en desgracia y se transformaron en las villanas de la alimentación. Sin embargo, gracias a los estudios sobre las "grasas saludables", han vuelto a ganar aceptación en los últimos años.

Su reivindicación es justa, ya que los lípidos –nombre genérico que designa químicamente a un grupo bastante grande de sustancias– son una pieza fundamental de nuestro organismo: forman parte de las membranas celulares, son la reserva de energía más eficiente que tiene nuestro cuerpo, y son la base para la fabricación de hormonas necesarias para el funcionamiento normal de nuestra vida.

En el mundo culinario, diferenciamos a las grasas de los aceites

simplemente por el estado en el que los encontramos a temperatura ambiente: los aceites son líquidos y las grasas, sólidas. Por otro lado, en general los aceites son de origen vegetal y las grasas, de origen animal, aunque hay excepciones notables, como la manteca de cacao y el aceite de coco (que son de origen vegetal y sólidos a temperatura ambiente). Antes de explorar las materias primas en las que se encuentran y su función en las preparaciones, veamos químicamente qué son.

¿Qué son los lípidos?

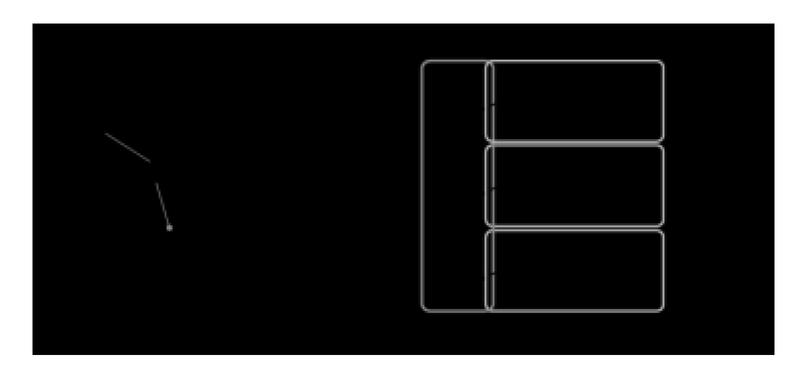
Los lípidos son un grupo de biomoléculas orgánicas (fabricadas por organismos vivos), de composición química heterogénea, que tienen dos características en común: 1.

Son insolubles en agua.

2.

Son solubles en solventes orgánicos como el éter, cloroformo, benceno, *etc.*

Químicamente, están formados por ácidos grasos, triglicéridos, ceras, esteroides y sus compuestos derivados.



Aquellos que se utilizan como ingredientes culinarios están formados principalmente por triglicéridos y, en menor medida, por ácidos grasos. En el caso de los alimentos de origen animal, también tienen colesterol, a diferencia de los de origen vegetal.

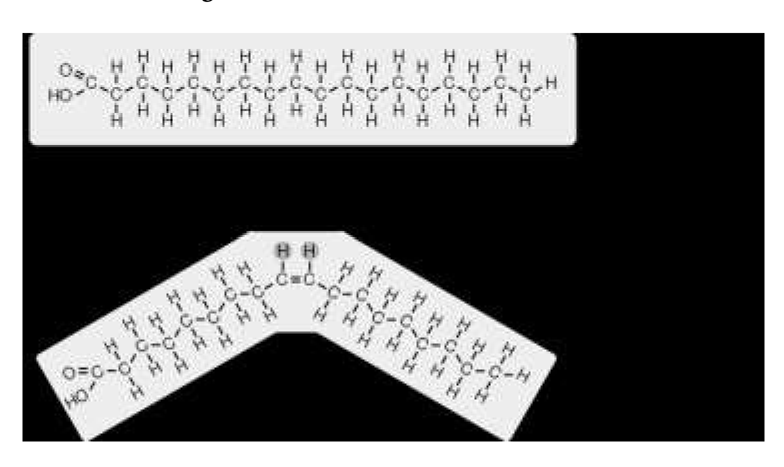
¿Cómo es la composición química de un triglicérido? Estos se forman a partir de tres ácidos grasos que se unen al glicerol (esterificación). Si, en cambio, un glicerol se une a un ácido graso, estaremos en presencia de un monoglicérido, y si se unen dos, de un diglicérido. El comportamiento fisicoquímico de los triglicéridos es responsable de

las propiedades macroscópicas de los productos que los contienen. Este comportamiento dependerá de las características de los ácidos grasos que lo componen y de la ubicación en la molécula.

Figura 7.1. Síntesis y estructura química de los triglicéridos

Los ácidos grasos están formados por cadenas de átomos de carbono que, en un extremo, poseen un grupo ácido. Según el largo de la cadena, los ácidos grasos se clasifican en:

- De cadena corta: de 2 a 4 átomos de carbono.
- De cadena mediana: de 6 a 12 átomos de carbono.
- De cadena larga: de 14 a 24 átomos de carbono.



A medida que la cadena carbonada es más larga, el ácido graso es menos soluble en agua y su temperatura de fusión es mayor (es decir: más probabilidades tendremos de que el ácido sea sólido a temperatura ambiente).

Por otra parte, los ácidos grasos pueden tener lo que en química se denomina "dobles enlaces" entre átomos de carbono; esto significa que

estén ligados a través de dos puntos de unión en vez de uno. Esta variación da una forma y una movilidad distinta a la molécula. Podemos compararlo con un baile de a dos: no es lo mismo estar tomados de una mano y bailar *rock and roll* que estar abrazados y bailar un tango; la unión por dos puntos es más rígida que por uno solo.

Frente a esta posibilidad, surge entonces una nueva clasificación de los ácidos grasos, según tengan o no dobles enlaces. Si tienen uno, el ácido graso será "no saturado" o

"insaturado"; si tiene más de un doble enlace, será "poli no saturado" o

"poliinsaturado". Además, según dónde se ubique el doble enlace, se clasificarán como omega "x", siendo "x" precisamente la posición del doble enlace contando desde el extremo opuesto al grupo ácido. En el caso de la figura 7.2, el ácido graso es omega 9.

Figura 7.2. Ácidos grasos saturados y no saturados

La figura 7.2 muestra una representación de los ácidos grasos con y sin dobles enlaces, mientras que la figura 7.3 ilustra las posibilidades de acercamiento entre ellos.

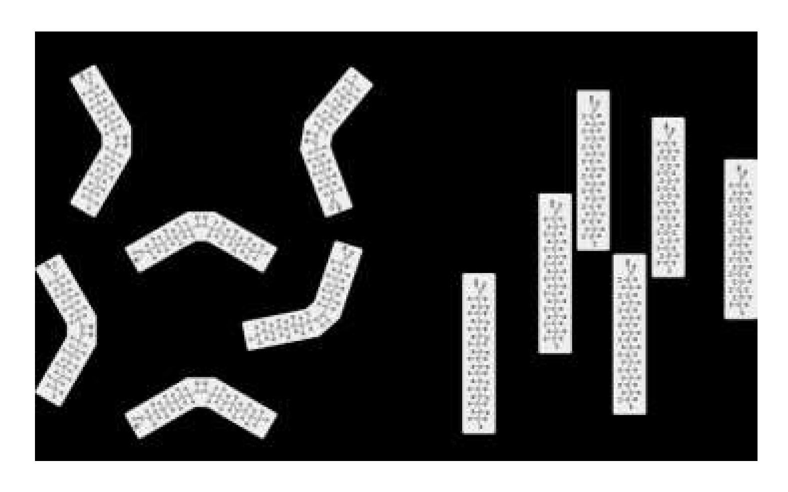


Figura 7.3. Atracciones entre ácidos grasos saturados (sólidos) y no

saturados (líquidos) Por la forma que adquieren las moléculas con doble enlace, se vuelve más difícil el acercamiento entre ellas y, por lo tanto, sus interacciones son más débiles. La temperatura necesaria para que se "alejen" (es decir, se fundan) será menor y, en consecuencia, será más probable que los ácidos grasos estén líquidos a temperatura ambiente (esto es, que los llamemos "aceites").

Así como hay aminoácidos esenciales para el ser humano, también hay ácidos grasos esenciales que debemos ingerir para asegurar el normal funcionamiento de nuestro cuerpo (dado que no los podemos fabricar a partir de otros compuestos). Estos son: el ácido linoleico (18 carbonos, 1 doble enlace), el araquidónico (20 carbonos, 3 dobles enlaces) y el linolénico (18 carbonos, 2 dobles enlaces).

En los alimentos encontramos mezclas de triglicéridos compuestos por ácidos grasos de distintos tipos. Si observamos la composición de ingredientes habituales, veremos que todos son mezclas en distintas proporciones de ácidos grasos saturados e insaturados (figura 7.4).

Que un alimento lipídico sea sólido o líquido a temperatura ambiente –esto es, que lo definamos como un aceite o una grasa– dependerá de su composición en ácidos grasos.

En líneas generales, cuanto más larga sea la cadena de ácidos grasos, mayor punto de fusión tendrá; o sea, será más sólido. Por otro lado, cuanta mayor cantidad de dobles enlaces tenga, será más líquido.

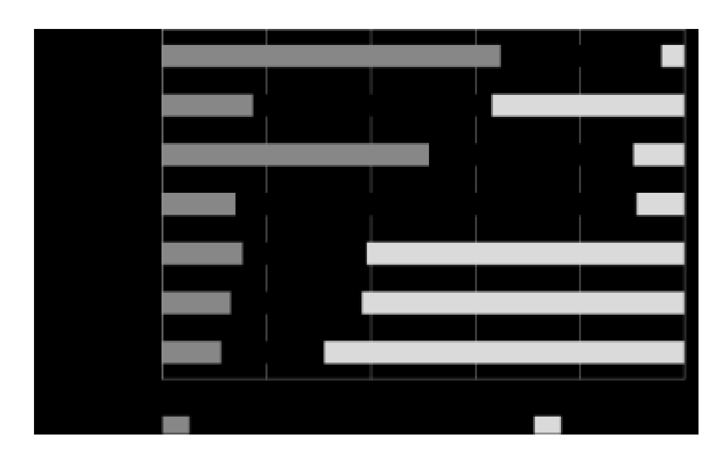


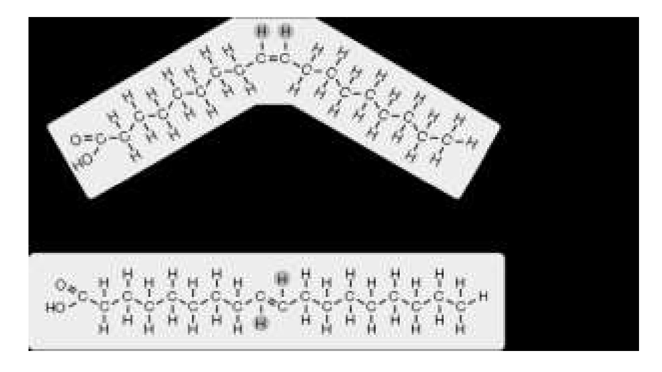
Figura 7.4. Composición de grasas y aceites

Del aceite a la margarina

Como hemos dicho, una materia grasa podrá ser definida como un aceite si está líquida a temperatura ambiente. También hemos explicado que el punto de fusión aumenta a medida que disminuye la cantidad de dobles enlaces que posee un ácido graso. En la búsqueda de fabricar industrialmente grasas sólidas a partir de aceite, se desarrolló una metodología de hidrogenación (es decir, de adición de hidrógenos) mediante calentamiento, en presencia de una fuente de hidrógeno y un catalizador metálico (por ejemplo, el níquel). De esta forma, los ácidos grasos no saturados se convierten en saturados y aumentan su punto de fusión. Este proceso permite la fabricación de margarinas. Sin embargo, también tiene un efecto no deseado: la aparición de ácidos grasos *trans*.

¿Qué son las grasas *trans*?

Hace tiempo se descubrió la relación entre el consumo de grasas de origen animal y el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. Inicialmente se lo relacionó con la



presencia de colesterol, pero a medida que se fue conociendo la bioquímica de los lípidos, apareció un nuevo sospechoso: las grasas con ácidos grasos en forma *trans*.

Los ácidos grasos insaturados (o sea, los que tienen un doble enlace en su molécula) son sintetizados por la naturaleza en forma *cis*. Esto significa que la orientación de los hidrógenos en la molécula es la misma a ambos lados del doble enlace, lo que le da al ácido graso características particulares.

Si observan la figura 7.5, que muestra un esquema del mismo ácido graso con un doble enlace en orientación *cis* y *trans*, verán que el *trans*

tiene una distribución espacial semejante a un ácido graso saturado. Esto implica que comparte sus propiedades físicas.

Figura 7.5. Ácidos grasos no saturados, configuración *cis* y *trans* Si la orientación es de tipo *trans*, la molécula de ácido graso tendrá una forma distinta y diferentes rasgos funcionales y físicos. El cambio de forma del enlace ocurre cuando los triglicéridos son sometidos al calor, como sucede durante la fabricación de aceites hidrogenados. Algunos de los enlaces no se hidrogenan, pero por el calor al que son sometidos, la molécula cambia su forma y deriva en orientación *trans*; como consecuencia, pasa a tener un mayor punto de fusión, hecho que según parece afecta la salud en forma negativa.

Desde que se ha impuesto la obligatoriedad de declarar en la composición nutricional de los alimentos envasados la presencia de grasas *trans*, se ha cambiado la metodología de obtención de las margarinas (aceites hidrogenados). Los nuevos procesos implican una transesterificación y/o una interesterificación (es decir, intercambio de ácidos grasos entre distintos triglicéridos o de la posición de ácidos grasos en un mismo triglicérido) mediante las enzimas adecuadas, lo que evita la formación de ácidos grasos *trans*.

Estado físico

Dado que todos los ingredientes con alto contenido lipídico son una mezcla de triglicéridos formados por distintos ácidos grasos, no presentan una diferenciación tan clara entre el estado sólido o líquido, como es el caso del agua y el hielo. Por el contrario, en general observaremos una gran variedad de estados intermedios, salvo en algunas excepciones como la manteca de cacao del chocolate, que analizaremos más adelante.

La manteca (o mantequilla, como se la conoce en otros países de América Latina y España) es uno de los ingredientes más populares y utilizados en la gastronomía. Si bien se trata de una emulsión (esto es, una dispersión de gotas pequeñas entre dos líquidos que son inmisicibles –que nos se mezclan uno con el otro–), es uno de los mejores ejemplos para observar la variación de estados físicos como consecuencia de la mezcla de ácidos grasos.

Hagamos un recorrido por esta paleta de variaciones. En principio, cuando la manteca está en la heladera, la mayor parte de los triglicéridos que la forman se encuentran en estado sólido; sin

embargo, no todos lo están y por eso podemos cortarla con facilidad.

Por otra parte, a temperatura ambiente, en el estado culinariamente denominado

“manteca pomada”, podemos darle forma y extenderla: sin duda no es un líquido sino una pasta maleable. Y como seguro hemos observado al dejar la manteca fuera de la heladera, cuanto mayor sea la temperatura, más maleable será. Este comportamiento se debe a que, a temperatura ambiente, hay tanto triglicéridos en forma cristalina como en forma líquida; entonces, tenemos algo así como una mezcla de arena (cristales de triglicéridos) y agua (triglicéridos líquidos). Cuanta más agua haya, más líquida será la mezcla.

Otros ingredientes de uso cotidiano que nos permiten observar estos cambios son el aceite de maíz y el de oliva. Ambos son líquidos a temperatura ambiente; sin embargo, si los ponemos en la heladera, el aceite de oliva se torna opaco y el aceite de maíz, no.

La opacidad se debe a los cristales que se forman a la temperatura de la heladera (cosa

que también puede ocurrir en la alacena un día frío). Por su composición de triglicéridos, el aceite de maíz cristaliza a una temperatura mucho más baja, y solo cuando lo guardamos en un freezer o en un congelador.

Para complicar un poco más el panorama, podemos agregar que los cristales que se forman a partir de un mismo triglicérido no son todos iguales (polimorfismo cristalino) sino que, por el contrario, el tipo de cristal depende de las condiciones en que ocurra la cristalización. Las diferencias radican en variables como el tamaño, la forma y el punto de fusión, y es por esta razón que, durante el proceso de fabricación de chocolate o de manteca, se eligen específicamente aquellos cristales que permitan obtener el producto deseado. En el caso del chocolate, es necesario priorizar que no se fundan a temperatura ambiente; en el de la manteca, obtener diferentes consistencias a distintas temperaturas.

La manteca

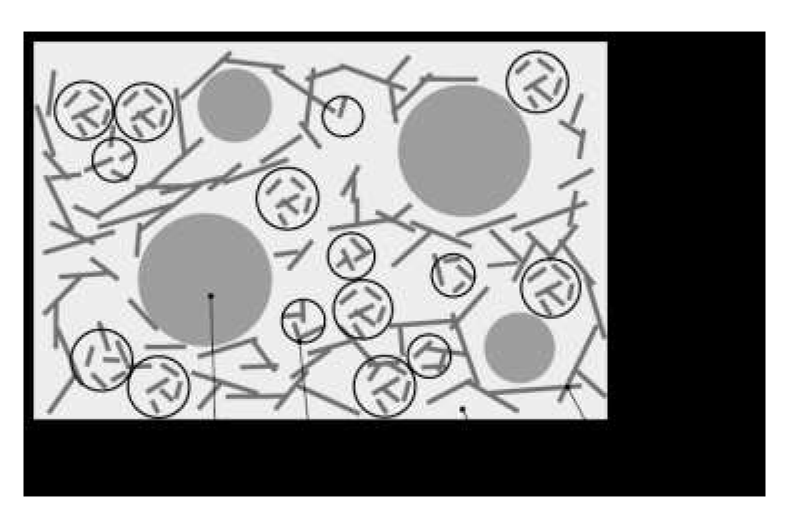
Ya la hemos presentado; ahora vamos a conocerla mejor. La manteca es una emulsión de agua en materia grasa, es decir que su estructura contiene pequeñas gotas de agua finamente dispersas. El Código Alimentario Argentino estipula que “con el nombre de manteca se entiende el producto graso obtenido exclusivamente por el batido y amasado, con o sin modificación biológica, de la crema pasteurizada

derivada exclusivamente de la leche, por procesos tecnológicamente adecuados. La materia grasa de la manteca deberá estar compuesta exclusivamente de grasa láctea”. Luego, indica los valores máximos de agua y los mínimos de materia grasa que debe contener: **Tabla 7.1.** Parámetros mínimos de calidad

Requisitos	**Valores (%)**
Materia grasa	mín. 82
Humedad	máx. 16
Extracto seco no graso	máx. 2

Proceso de obtención

¿Cómo llega la manteca a estar preciosamente empaquetada en los supermercados para luego viajar a nuestra heladera? En primer lugar, la leche se separa en crema y leche descremada. Luego, la crema se pasteuriza. Tradicionalmente, para transformar la



crema en manteca se agregan microorganismos que acidifican la mezcla y le dan a la manteca su sabor particular. Pasado un período de reposo, se realizan cambios de temperatura a diferentes

velocidades. Si la disminución de la temperatura es rápida, se formarán muchos cristales pequeños, y si es lenta, se formarán menos cristales pero más grandes. La mezcla se va agitando para romper los glóbulos de grasa mientras que, debido a la disminución de la temperatura, se van formando agregados de manteca sólida que se separan del suero. Luego, la porción grasa se amasa y agita. Esta operación permite obtener glóbulos de grasa pequeños, una fase continua de materia grasa y finas gotas de agua homogéneamente distribuidas. Según las variaciones de tiempo y temperatura y la velocidad de agitación y amasado, se obtendrán diferentes consistencias en el producto final.

Si observamos una representación de la estructura final de la manteca, veremos que, tanto en la fase continua como dentro de los glóbulos de grasa, hay aún triglicéridos sólidos y triglicéridos en fase líquida. Esta combinación de estado sólido y líquido es la que da consistencia a la manteca (véase la figura 7.6).

Figura 7.6. Estructura de la manteca

Manteca clarificada

La manteca clarificada se logra a través de la separación, mediante el calentamiento, del agua y la materia grasa. Dado que el agua contenida en la manteca posee proteínas de la

leche que se desnaturalizan y carbonizan al ser calentadas, si se desea freír en manteca, es necesario primero separarlas.

Trucha a la manteca negra

Puede que el nombre de este plato nos lleve a preguntarnos: ¿de qué animal proviene la manteca negra? La respuesta les resultará sorprendente.

Contra todo pronóstico, lo que permite lograr este plato es la carbonización de las proteínas que contiene la manteca –como vemos, no siempre un efecto indeseado–. Tal como ha sucedido con muchos

otros productos gastronómicos, podemos imaginar que surgió del error o del apuro de algún cocinero (que, en este caso, olvidó clarificar la manteca o se confundió de ingrediente en el fragor del trabajo).

Procedimiento

1.

Fundir la manteca en una sartén.

2.

Cocinar el pescado y retirarlo.

3.

Agregar vinagre a la materia grasa y seguir calentando hasta carbonizar las proteínas que han quedado en la sartén.

Estas proteínas provienen tanto de la manteca como de la trucha y se agregan luego como salsa sobre el plato. El vinagre ayuda tanto a la desnaturalización de proteínas como al sabor final, ya que corta la sensación grasa que, de lo contrario, quedaría en el paladar.

Entonces, para obtener manteca clarificada, primero hay que calentarla. Durante este proceso, todos los triglicéridos se funden, los glóbulos de grasa se rompen y, dado que la grasa y el agua no se juntan, la manteca fundida se separa en dos fases. La fase

superior, menos densa, contiene los lípidos, y la fase inferior, el agua y todas aquellas otras sustancias que son parte de la composición de la manteca (es decir, proteínas, minerales y lactosa).

Una vez separada la fase grasa, si la dejamos reposar y enfriar, notaremos que su forma de solidificación es totalmente distinta a la de la manteca. Dado que el proceso ocurre lentamente y sin agitación, veremos una estructura rugosa, con grandes cristales, distinguibles a simple vista. Libre de proteínas, la fase grasa puede calentarse hasta temperaturas cercanas a los 250 ºC. Ahora sí, entonces, estaremos en condiciones de freír en manteca.

En reversa: rehaciendo la manteca

Para meternos de forma práctica en la química de la manteca, puede ser muy interesante hacer la prueba de obtener manteca a partir de la manteca clarificada. Para ello, debemos agregar agua a la materia grasa e intentar que quede contenida en pequeñas gotas. Esto se logra imitando el proceso industrial, es decir, batiendo con agua la manteca clarificada mientras se va enfriando. Como la manteca tiene aproximadamente un 20% de agua, debemos colocar primero 80% de manteca clarificada fundida en una batidora, para luego comenzar a batir y agregar el porcentaje restante de agua. De este modo, vamos formando la emulsión a medida que ambos componentes se baten y se enfrían. El resultado será una pasta muy similar a la manteca, opaca en vez de brillante, y de un amarillo tenue en vez de fuerte. La gran diferencia será la consistencia: veremos que es mucho más blanda que la manteca comercial. Esta fluidez responde a la imposibilidad, a pesar del batido, de volver a formar los glóbulos de grasa que, al encerrar en su interior parte de la grasa fundida y parte de la grasa de la emulsión, logran dar mayor solidez al pan de manteca.

***Ghee*: casi una manteca clarificada**

El *ghee* es una especie de manteca clarificada originaria de la gastronomía india y paquistaní. Es probable que su origen haya derivado de la necesidad de conservar por

largo tiempo y sin refrigerar la grasa que se puede obtener de la leche. Dado que no tiene agua, proteínas ni enzimas que aceleren el deterioro, es ideal para este fin.

La diferencia con la manteca clarificada es simplemente el método de obtención: se cocina durante más tiempo (lo que le da sabor tipo *noisette*)[61] y se busca que no quede nada de humedad. Ambas mantecas resisten altas temperaturas.

Estados físicos de la manteca

Como todos los alimentos grasos, la manteca tiene en su composición triglicéridos de diferentes características. El hecho de que estos se fundan a distintas temperaturas permite que la manteca adquiera una consistencia plástica, es decir que no esté (según la temperatura a la que se encuentre) ni totalmente líquida ni totalmente sólida. Es

precisamente por esta razón que se la puede moldear.

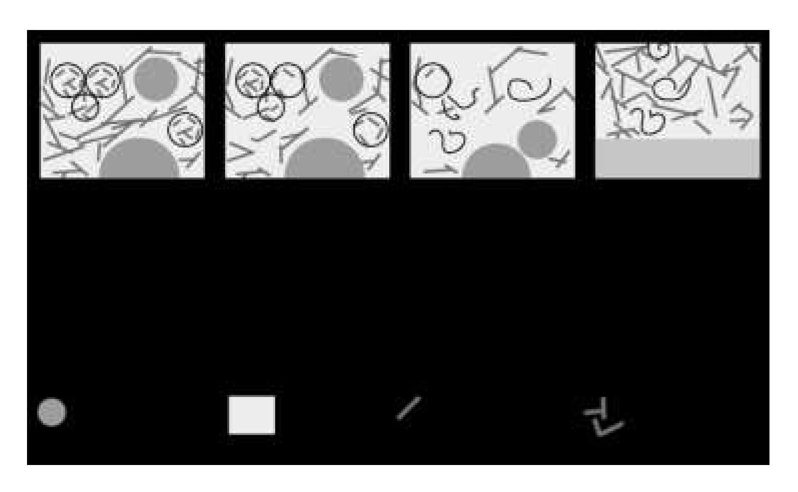
Muchas recetas recomiendan utilizar la manteca en un estado denominado “pomada”.

En la manteca pomada, hay suficientes triglicéridos en forma líquida y sólida como para lograr darle forma. Cuanto mayor sea la temperatura, más maleable será; aunque, por supuesto, esto tiene un límite: si la temperatura sigue subiendo, se llega a un punto en que hay un exceso de triglicéridos fundidos y los pocos que quedan sólidos no pueden sostener la estructura. Es como trabajar con arcilla: si le agregamos agua, nos costará menos darle forma, pero llegará un momento en el que será imposible imprimirle forma alguna por el exceso de agua que le hemos incorporado.

En la figura 7.7, podemos observar los estados de la manteca desde los 4 ºC hasta que llega a fundirse por completo.



Figura 7.7. Estados de la manteca



Prácticamente en todas las preparaciones en las que utilizamos manteca se especifica en qué estado debe ser incorporada a la preparación. Respetar estas indicaciones es fundamental para el éxito de la receta, ya que a partir de ellas se está decidiendo qué cantidad de triglicéridos estarán líquidos y qué cantidad sólidos. Por ejemplo, tanto en las salsas montadas como en algunas recetas de paté, se indica agregar la manteca bien fría, para que se funda poco a poco y

logre la emulsión. En masas quebradas, por otra parte, es fundamental que la manteca esté fría para lograr la textura correcta de la masa.

Primero, se crema (es decir, se bate “a blanco”, incorporando aire durante este batido) la manteca con el azúcar. La única manera de incorporar aire es que haya cristales tanto de azúcar (según la textura buscada, puede ser granulada o impalpable) como de lípidos.

La misteriosa manteca del sándwich de miga

Los deliciosos sándwiches de miga llevan manteca. Sin embargo, cuando curioseamos levantando la capa de pan, nos encontramos con una manteca muy blanca y sospechosamente fácil de untar. ¿Cómo es posible? Si, cuando intentamos preparar sándwiches de miga caseros, al momento de colocarles la manteca nos encontramos con tremendas dificultades: o está muy sólida y al tratar de esparcirla rompemos la miga o, si está más maleable y la podemos esparcir, los sándwiches quedan demasiado mantecosos. Es lógico que nos surja entonces la pregunta: esa crema blanca y untuosa del sándwich de miga, ¿no será margarina o alguna otra cosa?

Revelemos el secreto: los sandwicheros expertos hacen una mezcla de manteca, agua y aceite (suena horrible, pero el resultado funciona a la perfección…), bien emulsionada y espumosa, que utilizan a temperatura ambiente. Esto permite, por un lado, untar la manteca con comodidad, y por otro, gracias al agregado de agua, que al probar el sándwich, sintamos gusto a manteca sin que resulte tan invasivo como para opacar el sabor de los otros ingredientes.

El procedimiento es similar al de la mayonesa: se coloca la manteca pomada, se la bate (proceso en el que comenzará a atrapar aire), luego se le agrega agua haciendo una emulsión y, para que permanezca líquida a temperatura ambiente, finalmente se le incorpora aceite. Gracias a la espuma formada y al agua agregada, la cantidad de materia grasa que queda al untar el pan es perfecta para el sándwich.

Reemplazar la manteca: un gran desafío

El deseo de realizar este reemplazo puede surgir de querer mejorar el perfil nutricional de una receta, evitar el colesterol, las grasas saturadas o los ingredientes de origen animal. Sea cual sea la causa, reemplazar las cualidades únicas de la manteca en las preparaciones

representa un gran desafío. Sin embargo, hay alternativas.

En principio, la margarina sería la opción más sencilla, ya que está diseñada industrialmente para imitar las propiedades de la manteca, pero no siempre es muy aceptada.[62]

Otra opción es el aceite de coco, pero dado que su consistencia responde a la alta cantidad de ácidos grasos saturados, no mejora demasiado el perfil nutricional de la preparación. Por otro lado, dependiendo de las marcas y la refinación, algunos aportan algo de sabor a "coco", que no siempre es deseable ni buscado.

Los aceites provenientes de frutos secos o del maní, así como también las "pastas" o

"mantecas" que se obtienen de ellos, constituyen una tercera alternativa. Mientras que los aceites darán un mayor aporte de ácidos grasos monoinsaturados o poliinsaturados (dependiendo del origen), las pastas o mantecas van a aportar no solamente los aceites, sino que, al provenir de la molienda muy fina de toda la semilla, también darán textura a la preparación.

En definitiva, no hay una respuesta única sobre cuál es la alternativa óptima: en cada receta, será necesario analizar cuál es la función que está cumpliendo la manteca, para

luego buscar los ingredientes o combinación de ingredientes capaces de reemplazar esas cualidades.

Aceites comestibles

Los aceites son mezclas de triglicéridos compuestos por ácidos grasos de distinta longitud de cadena y de diferente grado de insaturación (cantidad de dobles enlaces).

La tabla 7.2 muestra la composición promedio de algunos aceites comestibles.

Tabla 7.2. Porcentaje de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en distintos aceites comestibles

Tipo de aceite

Porcentaje de ácidos grasos

Saturados

Monoinsaturados

Poliinsaturados

Maíz

13

24

60

Oliva

13

72

8

Girasol

10

20

66

Soja

16

44

37

Cártamo

9

12

74

Maní

17

49

32

Coco

87

6

2

Palma

50

37

10

Los aceites vegetales provienen, en general, de las semillas o nueces y, en algunos casos, como el aceite de oliva, el de coco o el de palma, de la parte carnosa del fruto. Otro caso es el del aceite de maíz, que tiene su origen en el germen del grano.

Para obtener aceite, se aplican distintas metodologías, como la presión en frío (para el aceite de oliva extra virgen) o la presión en caliente (para la mayoría de los aceites de fritura habituales). Los pasos generales de ese proceso son:

1.

Limpieza y molienda: las semillas se limpian de objetos extraños, se pelan y muelen para dar mayor superficie durante el proceso de prensado.

2.

Calentamiento: el producto, limpio y triturado, se calienta para extraer toda la grasa posible.

3.

Prensado: la mezcla caliente se prensa mientras se separa el líquido del residuo sólido.

4.

Extracción con solventes y separación del solvente: en algunos casos, el residuo sólido se mezcla con solventes para extraer más aceite. Luego, se separa el solvente del aceite obtenido mediante destilación y arrastre con vapor.

5.

Refinado: el aceite se refina para remover colores, olores y sabores extraños. En este proceso, se remueven ácidos grasos libres, ceras, trazas metálicas que podrían disminuir la vida útil del aceite. Durante este paso, se realiza el desgomado y se extraen fosfolípidos, como la lecitina.

Los triglicéridos presentes en los aceites se deterioran a causa de

distintos procesos, y eso incide no solo en el sabor, sino también en las propiedades del aceite al momento de freír. Lo que sigue, son los procesos de deterioro que sufren los aceites: 1.

Lipólisis: se denomina así a la separación de los triglicéridos en sus componentes.

Si son de cadena corta, los ácidos grasos liberados pueden agregar sabores extraños; a su vez, son mucho más susceptibles a la oxidación. Es por esta razón que durante el refinado se extraen los ácidos grasos libres. El proceso de lipólisis puede ser provocado enzimáticamente o por calentamiento. El incremento de ácidos grasos libres en un aceite de fritura hace que disminuya la temperatura del punto de humeo (se explicará más adelante), volviéndolo cada vez menos adecuado.

2.

Oxidación: la oxidación de lípidos es lo que generalmente llamamos "rancidez".

La aparición de sabores y olores anómalos proviene de las reacciones entre el oxígeno u otros componentes de un alimento y los ácidos grasos que forman los triglicéridos. Los factores que favorecen la oxidación son: a) los dobles enlaces; b) el contacto con el

oxígeno; c) el contacto con grandes cantidades de agua; d) las altas temperaturas; e) el aumento de ácidos grasos libres.

3.

Polimerización: los ácidos grasos libres pueden unirse entre sí (polimerización) formando moléculas mucho más grandes, que tienden a aumentar la viscosidad del aceite y producir espuma. Además, generan una capa parecida a un laqueado o plástico, de consistencia pegajosa, que se pega a las superficies y es muy difícil de remover (es esa película que se adhiere a las paredes de las sartenes y recipientes con un aspecto de aceite seco).

El aceite en su rol estelar: la fritura

En la cocción, los aceites son los grandes habilitadores de la criticada pero incomparable fritura. ¿Qué aceite conviene para freír? Podemos comenzar diciendo que los aceites muy aromáticos, como el de oliva, no siempre son los más adecuados, dado que generalmente el objetivo de este tipo de cocción es lograr la característica textura del alimento sin el agregado de ningún otro sabor.

Por otro lado, respecto de la reutilización del aceite de fritura, para cuidar un aceite que tengamos la intención de reutilizar, debemos sacarle los restos de alimentos (pueden contener agua u otros componentes oxidativos), disminuir la superficie de contacto con el oxígeno (pasarlo a un recipiente de boca angosta o cubrir la freidora) y, si es posible, mantenerlo en frío.

¿A qué temperatura se fríe? Un indicador de la temperatura máxima a la que podemos usar un aceite es el punto de humeo, es decir, cuando el aceite comienza a desintegrarse y se queman sus componentes. Por supuesto, la idea es no llegar a ese punto y utilizarlo a temperaturas menores, pero este dato nos sirve como una guía para evaluar la resistencia térmica de cada tipo de aceite. En la tabla 7.3, aparecen algunos puntos de humeo de los aceites más habituales. Estos valores son simplemente indicativos, ya que la composición exacta de cada aceite dependerá no solo de su origen sino de todo el proceso de extracción y purificación al cual haya sido sometido, además del tiempo de almacenamiento y las veces que haya sido utilizado.

Como vemos, el punto de humeo de la mayoría de los aceites que se utilizan para freír es de alrededor de 230 ºC, y por lo general, las temperaturas de fritura oscilan entre los 170 y los 190 ºC.

Tabla 7.3. Puntos de humeo de algunos aceites

Aceite o grasa	**Punto de humeo**
Maíz	**232 ºC**
Oliva (cuanto más refinado, mayor punto de humeo)	160-242 ºC
Girasol	**232 ºC**
Soja	**232 ºC**

Cártamo

232 ºC

Maní

232 ºC

Coco

177 ºC

Palma

230 ºC

La manteca de cacao: el chocolate [63]

Como hemos mencionado, la plasticidad de las grasas o aceites deriva de la variedad de estados físicos que pueden adoptar (según la temperatura a la que se encuentren), gracias a la mezcla diversa de ácidos grasos de los triglicéridos que los componen.

El chocolate –una mezcla de manteca de cacao, polvo de cacao y azúcar, con o sin leche y con el frecuente agregado de emulsionantes como la lecitina–, sin embargo, no parece tener un intervalo de temperaturas en la que es plástico, sino que pasa de estado líquido a estado sólido en un rango pequeño de temperatura cuando se lo templa. Esta particularidad se debe a que la mayor parte de los triglicéridos que lo componen son muy similares y tienen puntos de fusión cercanos, lo que hace que el chocolate se comporte como si estuviera formado por un solo tipo de grasa, sólida o líquida dependiendo de la temperatura.

La parte del chocolate que se templa ("templar" implica elegir qué estructura cristalina se quiere obtener) es la de la manteca de cacao contenida en el chocolate o, en el caso del chocolate con leche, la mezcla de grasas aportadas por la leche más la manteca de cacao.

Del fruto del *Theobroma cacao* al chocolate: un largo camino por recorrer El cacao está muy lejos del chocolate que consumimos con tanto gozo. ¿Qué pasa en el medio? ¿Cómo es el proceso de obtención del chocolate?

Una vez que el fruto está maduro, se cosechan las mazorcas o vainas

de cacao. Se rompe la vaina y se separan las semillas junto con la pulpa blanca que las recubre y el conjunto se deja fermentar. Durante esta fermentación, las semillas desarrollan los primeros aromas característicos y precursores de los que luego encontraremos en el chocolate.

El proceso de fermentación se frena mediante el secado, reduciendo la humedad de un 60 a un 7%. Hasta aquí, los procesos se realizan en las instalaciones de las plantaciones pero, una vez que las semillas están secas, se transportan a las plantas elaboradoras de chocolate.

Allí, las semillas se limpian, se tuestan (gracias a la reacción de Maillard, se terminan de desarrollar los aromas característicos) y luego se rompen para remover la cáscara separándola del endospermo.

El siguiente paso es la molienda, durante la cual, debido a la fricción, va aumentando la temperatura y como consecuencia, va fluidificando la mezcla (que se denomina “licor de cacao”). Cuando se ha logrado la granulometría deseada, se filtra separándose la manteca de cacao (si está en cantidad suficiente) de los componentes sólidos.

El cacao en polvo se obtiene precisamente de estos componentes sólidos molidos.

Para la elaboración de chocolate, el licor de cacao fluido, con o sin el agregado de manteca de cacao, azúcar, leche en polvo, vainilla y lecitina pasa a una nueva etapa llamada “conchado”. En esta etapa final, se busca la integración y reducción de la granulometría de todos los componentes para lograr luego en boca la suavidad que esperamos en un buen chocolate.

Dado que es importante en el comportamiento culinario conocer la composición del chocolate que se va a utilizar en una receta, en las etiquetas se indica el porcentaje de cacao que posee el producto (este incluye al polvo de cacao y la manteca de cacao). El porcentaje restante estará representado por azúcar y/o leche. Es decir, si un chocolate sin leche indica 70% de cacao, implica que el 30% restante es azúcar.

¿Cómo se explica la textura fascinante del chocolate? Esta se debe principalmente a las propiedades fisicoquímicas de la manteca de cacao. A pesar de ser una grasa de origen vegetal, es una de las pocas que, como el aceite de coco, es sólida a temperatura ambiente, lo que hace que la llamemos manteca en vez de aceite. Los chocolates con

leche por lo general se funden más fácilmente en la boca, debido a que la grasa de la leche tiene un punto medio de fusión inferior al de la manteca de cacao.

Respecto del contenido de triglicéridos, este varía en proporciones según la región del cultivo del cacao, y la composición aproximada (en porcentaje) es la que consta en la tabla 7.4.

Más allá de las diferencias según el origen, la mayoría de los triglicéridos de la manteca de cacao están formados por combinaciones de los ácidos palmítico (C16 saturado), oleico (C18 monoinsaturado) y esteárico (C18 saturado).

Tabla 7.4. Composición de triglicéridos en la manteca de cacao

Triglicérido

Porcentaje

Oleil-palmitil-estearina[64]

34,6 - 40,6

Oleil-diestearina

23,7 - 28,4

Oleil-dipalmitina

13,8 - 19,9

Estearil-dioleina

3,6 - 8,4

Palmitil-dioleina

1,6 - 5,5

Fuente: Jaime A. Rincón Cardona y María Lidia Herrera, “Chocolate” (2013), *Ciencia e Investigación*, 63(2): 55-62.

Si hace crac, está bien templado

Como todas las grasas, la manteca de cacao presenta polimorfismo cristalino, es decir que puede cristalizar en diferentes formas, las cuales tienen propiedades muy distintas, tanto en materia de punto de fusión como de estabilidad de los cristales. Para que una barra o un bombón de chocolate sean crocantes y no se derritan en la mano sino en la boca, se busca que su manteca de cacao cristalice de una forma llamada “beta” o “V”.

Las diferentes formas cristalinas y las condiciones en las que se obtienen han sido muy estudiadas (aunque no hay acuerdo total sobre cuántas son), ya que se trata de una variable fundamental en la textura y la vida útil del chocolate. Se logran por un procedimiento denominado “templado”, a través del cual se procura alcanzar las características de brillo, solidez y estabilidad deseadas en el chocolate.

Las diferentes formas cristalinas varían en rango de cristalización, estabilidad y tamaño de los cristales y se nombran con letras griegas o números romanos. Así la forma γ es la I; la forma α, la II; la forma β’2, la III; la forma β’1, la IV; la forma β2, la V y la β1, la VI. En la tabla 7.5,[65] se muestra el rango de cristalización y la estabilidad de las diferentes formas.

Tabla 7.5. Tipos de cristales y rangos de cristalización

Nombre Rango de cristalización (ºC) Estabilidad Contracción al cristalizar VI. β

34-36

1

Mayor

Mayor

V. β

32-34

2

↑

↑

IV. β’

26-28

1

III. β’

24-26

2

II. α

22-24

I. γ

16-18

Menor Menor

Las flechas simbolizan el aumento de la estabilidad y la contracción al cristalizar.

En la forma V, como dijimos, el chocolate se desprende fácilmente del molde, tiene un aspecto brilloso y, al partirlo, se escucha el deseado crac de un chocolate bien templado.

Si un chocolate no se templa, cristalizará en diferentes formas, que a su vez irán evolucionando hacia las más estables: básicamente, el chocolate quedará con vetas blancas, una superficie rugosa y con miniagujeritos (estos aparecen cuando los cristales grandes y poco compactados de las formas menos estables evolucionan a los más pequeños y compactos de las formas más estables).

El templado

El templado del chocolate es una de las técnicas de pastelería en la que la habilidad y la experiencia del pastelero o chocolatero se ponen a prueba. Al describirlo, el proceso parece sencillo, pero no lo es: implica un manejo muy preciso de las temperaturas y un conocimiento exhaustivo de la materia prima que se esté usando.

Hay dos formas de templar: una es por contagio o sembrado; la otra, por agitación o tableado. En la primera, se agrega alrededor de un tercio de chocolate previamente templado a un volumen de chocolate fundido (que, en el caso de chocolate amargo, estará a 45 ºC); con este agregado, la temperatura desciende hasta unos 32 ºC y el conjunto, al solidificarse, toma las formas cristalinas de la fracción templada (como se muestra en la figura 7.8). En este caso, se está aprovechando el principio fisicoquímico según el cual el crecimiento de cristales sobre otros ya formados requiere menos energía que generar nuevos cristales. El principio es el mismo que rige la elaboración de los palitos de azúcar *candy* (desarrollada en el capítulo 6): elegimos en qué lugar ocurrirá la cristalización. En este caso, elegimos además en qué forma cristalina ocurrirá, al distribuir cristales previamente formados con el chocolate fundido en la mezcla (figura 7.8).

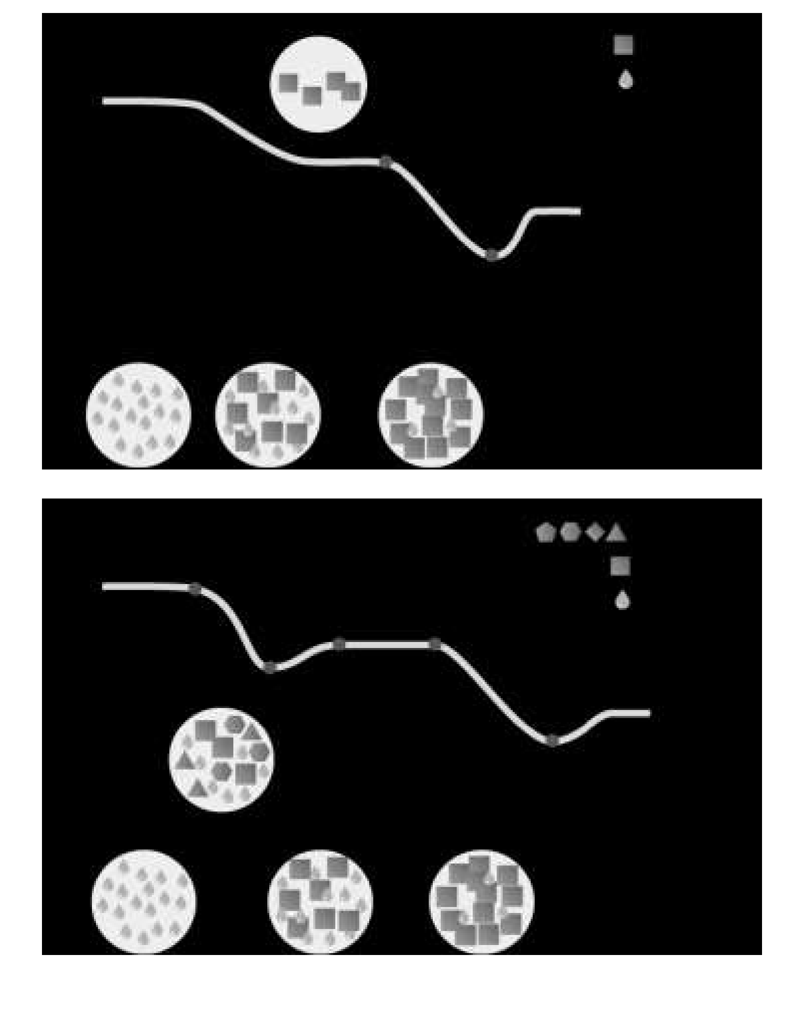


Figura 7.8. Cambios de temperatura y cristalización por el método de sembrado **Fuente:** Juan Pablo Lugo, Instituto Argentino de Gastronomía.

Por otra parte, el método de templado por agitación o tableado consiste en bajar y volver a subir en determinado rango la temperatura del chocolate fundido, para seleccionar los cristales deseados (como se muestra en la figura 7.9).

Figura 7.9. Cambios de temperatura y cristalización por el método de tableado

Fuente: Juan Pablo Lugo, Instituto Argentino de Gastronomía.

En el caso del chocolate negro o sin leche, las temperaturas serían las que se muestran en la figura 7.9. El chocolate se funde a 45 ºC y luego se esparce un tercio de la preparación sobre la mesada y se desciende la temperatura hasta unos 28 ºC. A esa temperatura, las formas I, II, III, IV estarán líquidas (véase la tabla 7.5) y solo las formas V estarán sólidas. Luego, se agrega el tercio restante y la temperatura se eleva a 32 ºC

para acelerar y provocar la cristalización de la forma V, una vez que el chocolate se haya colocado en los moldes y se enfríe. Es fundamental no superar los 34 ºC, de lo contrario la forma V estará totalmente fundida.

Para cada tipo de chocolate, ya sea por el origen o por la presencia o ausencia de leche, las temperaturas serán diferentes. El agregado de materia grasa de la leche cambia las propiedades físicas del chocolate, haciendo que la temperatura de fusión y templado sean más bajas (más aún en el caso del chocolate blanco). Cuando se mezclan materias grasas de diferente origen a partir de determinadas proporciones, la mezcla cristalizada tiene un punto de fusión inferior al de las que la forman (mezcla eutéctica). Stephen T.

Beckett[66] lo explica con la siguiente imagen: si los cristales de manteca de cacao son como sillas apilables que encajan perfectamente, los cristales de la grasa de la leche serían sillas que podemos colocar entre medio pero que hacen la pila menos estable. Por esta razón, funden a menor temperatura.

¿De qué depende la calidad de cada tipo de chocolate? Si bien el templado juega un rol clave, hay otros factores que intervienen: en principio, el tamaño de las partículas de cacao y de azúcar, así como de la homogeneidad con que estas estén distribuidas (esto se logra durante el conchado).

Más allá (o más acá) de la ciencia, templar chocolate es un verdadero arte, que los chocolateros expertos manejan a la perfección. La elección del método dependerá de cada profesional, según cuál le guste más o domine mejor. Y como en todo procedimiento artesanal llevado a cabo con talento, cuando estamos frente al resultado, no podemos hacer otra cosa más que maravillarnos.

Dos mitos y una receta

El chocolate es enemigo del agua

Es habitual en algunas recetas la advertencia de no poner chocolate fundido en contacto con el agua. Otras, sin embargo, indican que se funda chocolate en agua o en leche. La explicación de esta aparente contradicción reside en que se refieren a distintas cantidades de agua. Si un poco de agua cae en el chocolate mientras se está fundiendo, las partículas de cacao se aglutinan y forman una emulsión cortada, pues con escasa agua no se pueden separar. Por el contrario, con abundante cantidad de agua, y gracias a la lecitina que contiene el chocolate, se logra fácilmente una emulsión.

□

Las manchas blancas del chocolate son hongos

Muchas veces se cree que las manchas blancas que aparecen sobre el chocolate son hongos. No suele ser así: por lo general, son efectos del llamado “florecimiento” del azúcar o de la grasa (*sugar* o *fat bloom* en inglés). El primer fenómeno se produce cuando el chocolate se moja o atrapa humedad del ambiente y el azúcar que contiene se transforma en almíbar. Al secarse, quedan pequeños cristales blanquecinos de azúcar en su superficie.

El florecimiento de la grasa, por otro lado, es producto de cambios de temperatura.

Sucede, por ejemplo, cuando una tableta queda en la guantera de un auto estacionado al sol. El calor funde cierto número de cristales del chocolate, que, cuando vuelven a solidificarse, en vez de tomar la forma de los cristales no fundidos, toman otra y generan vetas blancas.

Chocolate chantilly

Se trata de una preparación deliciosa, suave y sencilla concebida por Hervé This.

Ingredientes

Chocolate 70% de cacao: 200 g

Agua: 225 cm3

Preparación

1.

Fundir 200 g de chocolate con 70% de cacao en 225 cm3 de agua.

2.

Colocar la emulsión en un bol que, a su vez, se pone en otro con agua y hielo.

Luego, se bate enérgicamente hasta lograr la consistencia de crema batida.

El batido incorpora aire, que queda atrapado en la estructura de cristales sólidos de manteca de cacao que se va generando a medida que se enfría. Las proporciones de agua y chocolate varían según el tipo de chocolate que se utilice.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Cuál es el mejor aceite para freír? Si el aceite de fritura se va a reutilizar, se debe buscar un tipo que resista varios calentamientos sin que sus características organolépticas se alteren sustancialmente. En este sentido, los aceites que tienen mejor resistencia a los cambios por calor (es decir, aquellos que tengan menos ácidos grasos no saturados, que son los más sensibles al calentamiento) serán los recomendados. En cambio, los aceites con gran cantidad de ácidos grasos no saturados, cuando son expuestos al calor, generan compuestos más

pequeños que dan un sabor desagradable a las frituras. Ahora bien, si no se tiene la intención de utilizar el aceite para más de una fritura, la elección ya depende de las preferencias personales.

2.

¿Por qué son más populares los aceites saborizados que los vinagres saborizados? La mayoría de los compuestos aromáticos de las plantas son más solubles en aceites que en agua; es por esta razón que, al agregar hierbas, ajíes o especias dentro del aceite, poco a poco liberan las sustancias que dan sabor. Por el contrario, si se hace lo mismo en vinagre, los compuestos permanecen en el vegetal ya que no son afines al agua.

3.

¿Por qué para preparar una infusión de aceite con ajo u otras hierbas se recomienda calentar suavemente el aceite? El calentamiento ayuda a disolver los compuestos del vegetal en el aceite, ya que al aumentar la temperatura se rompen algunas estructuras del vegetal y, además, se aceleran los procesos de intercambio. La temperatura no debe ser alta: se recomienda que no supere los 60 ºC; de lo contrario, se estaría friendo.

[61] Significa "sabor a nuez" y deriva de *noix*, que es "nuez" en francés.

[62] Luego del descubrimiento sobre los efectos nocivos para la salud de las grasas *trans*, en especial asociados a la hidrogenación de aceite mediante el calor, las margarinas –que hoy ya no se fabrican con esta tecnología–

no lograron recuperar la buena fama.

[63] Encontrarán una excelente y amigable descripción de los procesos químicos de obtención de chocolate en el libro *Chocolate*, de Osvaldo Gross (Buenos Aires, Planeta, 2011). Para quienes quieran profundizar en los aspectos fisicoquímicos y tecnológicos, les recomiendo *The Science of Chocolate*, de Stephen T. Beckett (Londres, The Royal Society of Chemistry, 2011).

[64] Triglicérido formado por los ácidos grasos oleico, palmítico y esteárico, de ahí el nombre oleil-palmitil-estearina.

[65] Existen discrepancias entre los diferentes autores en cuanto a las formas posibles. En este caso, han sido tomadas de S. T. Beckett, *The Science of Chocolate*, ob. cit.

[66] S. T. Beckett, *The Science of Chocolate*, ob. cit.

8. Un mundo de sensaciones

C'est le ton qui fait la musique.

[Es el tono lo que hace la música].

Anónimo

Tengo un mundo de sensaciones,

un mundo de vibraciones,

que te quiero regalar…

Sandro, "Tengo"

El movimiento no existe, es una mera ilusión de los sentidos.

Parménides

Los sentidos son nuestra herramienta para percibir el mundo que nos rodea. Al enviar señales que son interpretadas en el cerebro, como colores, sonidos, aromas, texturas o distancias, nuestros órganos sensitivos nos dan una idea de dónde nos encontramos; si se trata de un lugar seguro y placentero, o si debemos huir de un peligro inminente. A través de los ojos, recibimos ondas luminosas que, luego de ser transformadas en impulsos, llegan al cerebro gracias al nervio óptico con información sobre las formas, los colores, las distancias. Nuestra piel y nuestras mucosas, por su parte, tienen receptores sensitivos que nos revelan la temperatura y la textura de las cosas. A la nariz ingresan las moléculas volátiles y estimulan los receptores olfatorios, que envían señales al cerebro sobre los olores. El oído nos permite interpretar un cierto rango de ondas sonoras, y así disfrutar de la música o apartarnos de algún estruendo. El sentido del gusto, por último, identifica los cinco gustos básicos dándonos información sobre aquello que comemos. Así, por ejemplo, sabemos que una fruta está madura por su dulzor y, en otros casos, que un alimento no se

encuentra en buen estado por su acidez.

Ahora bien, como explica Susana Fiszman,[67] el acto de comer es una experiencia sensorial compleja que está muy lejos de reducirse a los sentidos puramente físicos. En la experiencia gastronómica, intervienen todos nuestros sentidos mancomunados, a los que se suman factores contextuales no sensoriales, que afectan tanto nuestras percepciones puras como nuestro nivel de aceptación y disfrute de las comidas. En principio, ya antes de probar un alimento, la vista y el olfato condicionan la experiencia, a tal punto que cambiará radicalmente nuestra apreciación si este es servido en una hermosa vajilla de porcelana con cubiertos de plata o en un plato de plástico.[68]

Analizar qué sentidos intervienen cuando comemos y cómo se suman, restan, potencian o cambian nuestra percepción es algo absolutamente fascinante. Sorprende la enorme variabilidad que puede tener nuestra apreciación según el estado de ánimo, el entorno, la música, la compañía y ciertos cuadros fisiológicos.

Imaginemos una situación, para ir encontrando el tempo en el que se arma el concierto de sensaciones durante una comida a medida que los distintos instrumentos interpretan la sinfonía. Supongamos que, felizmente, nos han invitado a cenar. Cuando llegamos a destino, los aromas de la cena procedentes de la cocina invaden el ambiente (se activa nuestro olfato). Si esos aromas nos resultan familiares, comenzamos a representar en nuestro cerebro la comida, mientras que nuestro sistema digestivo se va preparando para el gran momento (como se suele decir, se nos hace agua la boca). Al llegar la comida a la mesa, con la vista captamos sus formas y colores, e inmediatamente los asociamos a experiencias previas. Cortamos el primer bocado y, mientras lo llevamos a la boca, el olfato percibe el olor más intensamente. Al introducirlo en ella, se abre un universo de nueva y explosiva información: el contacto con la lengua nos permite reconocer la temperatura y la textura de la comida, las papilas gustativas liberan señales sobre los gustos (ácido, salado, dulce, amargo, *umami*),[69] las sensaciones trigeminales nos indican la cantidad de picante y, a su vez, mientras masticamos, percibimos los sonidos que producimos y las moléculas aromáticas que se desprenden del alimento llegan a la nariz (vía retronasal), completando el primer movimiento de esta sinfonía compleja. Simplemente maravilloso.

Yo no sé qué me han hecho tus ojos. El sentido de la vista

¿Cómo funciona el milagroso sentido de la vista? Los rayos de luz

procedentes de los objetos estimulan los receptores ubicados en la retina, y estos envían una señal hacia el cerebro, donde se compone la imagen. Diversos estudios señalan que casi la mitad de nuestra actividad cerebral se dedica a procesar las imágenes que captamos de la realidad y que, además, el grueso de las experiencias sensoriales que tenemos son visuales.

En el contexto de una comida, tanto el color como la forma de presentación generan expectativas respecto del plato que vamos a degustar. Y tan importante es esta influencia que llega a afectar no solo nuestra valoración de ese alimento ("me gusta",

"no me gusta", "es de buena o mala calidad"), sino la intensidad con que percibiremos algunos sabores.

La gastronomía, que como cualquier otro ámbito cultural cambia con el paso del tiempo, ha ido desarrollando a lo largo de los años distintas formas de presentación de los platos. Esta variable predispone inconscientemente nuestro juicio sobre lo que vamos a comer, aun cuando los ingredientes sean los mismos.

La comida entra por los ojos (o el hábito hace al monje): el choripán *gourmet*

En un curso sobre diseño de menús,[70] propusimos un ejercicio en el que los alumnos debían asignarle el precio a un plato a partir de una foto. El plato elegido era un choripán con salsa criolla. Mostrábamos dos fotos. En la primera, se veía un choripán clásico: pan francés cortado al medio y, adentro, el chorizo bañado en salsa criolla. En la otra, el mismo pan cortado al medio, pero separado en dos; sobre una mitad, se habían colocado las rodajas de chorizo; la otra mitad del pan estaba cruzada por encima, y la salsa criolla se encontraba en un pequeñísimo bol ubicado dentro del plato.

¿Resultados? El segundo fue percibido claramente como un plato de mayor categoría: el precio promedio asignado al choripán clásico fue casi un tercio menor que el sugerido para el "chori *gourmet*".

El color es uno de los atributos que más influye en la decisión de compra de alimentos.

Hay colores que nos resultan familiares y apetitosos en un alimento, mientras que en otros nos provocan rechazo. Esto es particularmente notorio en nuestra elección de vegetales; las naranjas más naranjas nos anticipan el dulzor y la explosión de sabor en la boca. Es tal la influencia del color que una misma sustancia, coloreada con diferentes tonos, ¡tendrá efectivamente distinto sabor!

Un claro ejemplo de un color que durante mucho tiempo estuvo expulsado del reino de lo apetitoso es el azul (al existir pocos alimentos naturales azules); en efecto, hace

algunos años no había muchos alimentos de este color. Sin embargo, esta cuestión está relacionada con las costumbres culturales y, por lo tanto, es modificable; lo demuestra el hecho de que el prejuicio se ha ido debilitando: hoy encontramos macarons, helados, muffins y otras delicias con esa tonalidad.

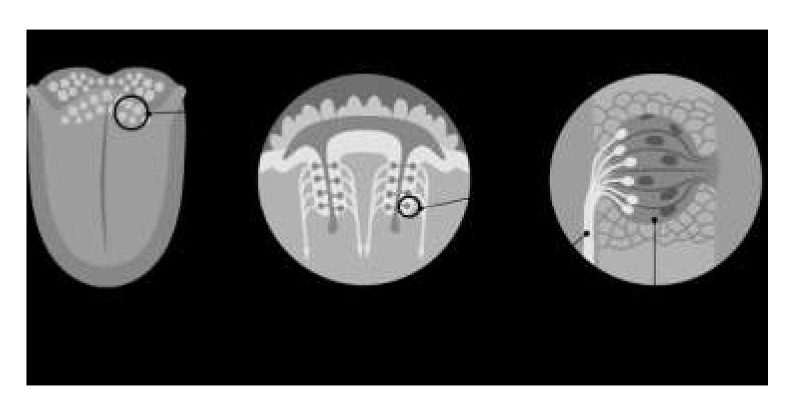
¿Qué gusto tiene la sal? El sentido del gusto

Cuando cotidianamente hablamos del gusto de una comida, en realidad nos estamos refiriendo a su sabor (*flavor* en inglés). El sentido del gusto (*taste*) solo se encarga de detectar en nuestra boca cinco tipos de moléculas: las dulces, las saladas, las ácidas, las amargas y las *umami*. Por otro lado, el sabor es la sumatoria del gusto más el aroma (olor que viaja de la boca hacia la nariz por la vía retronasal), más las sensaciones somatosensoriales. Estas últimas (que son las táctiles, térmicas y químicas) aportan información sobre la consistencia, la temperatura, la sensación de sequedad (astringente), además de registrar si duele (picante o pungente), si refresca (refrescante) o si tiene un dejo a metal (metálico).

Ahora bien, ¿cómo se inicia este complejo proceso fisiológico? Las moléculas sápidas –

que tienen gusto– son capaces de estimular los receptores ubicados dentro de las papilas gustativas. Una vez recibido el estímulo, este se transmite al cerebro, que interpreta las señales recibidas. Las papilas gustativas son como canales redondeados (por donde entra el agua proveniente del alimento y de la saliva, con las moléculas disueltas) en cuyas paredes se encuentran los corpúsculos gustativos. Estos contienen las células especializadas en la percepción de cada gusto (como muestra la figura 8.1), las cuales transforman el contacto con la molécula en cuestión en impulsos nerviosos, que luego el cerebro interpreta como los gustos básicos.

Figura 8.1. Anatomía de las papilas gustativas de la lengua



Las papilas gustativas se encuentran distribuidas en la lengua, el paladar, las mejillas, las amígdalas, la úvula (campanilla) y la región superior de la garganta. Gracias a esta distribución, incluso personas que han perdido la lengua pueden seguir percibiendo los gustos.

Cada papila gustativa, que puede contener todas o algunas de las células especializadas en la percepción de los llamados gustos básicos, es estimulada por determinadas moléculas que desencadenan la reacción interpretada por nuestro cerebro como dulce, salado, amargo, ácido o *umami*. Esto significa que el gusto es un sentido puramente químico. Podemos comparar lo que ocurre en cada célula gustativa con los juegos de encastre para chicos, en los que cada pieza solo puede ubicarse en aquella de forma y tamaño adecuados. En el caso de los gustos es igual: solamente determinadas moléculas logran estimular las papilas y tocar la melodía de cada gusto en nuestro cerebro: salado, dulce, ácido, *umami* o amargo.

Dado que el análisis sensorial se utiliza en las industrias como un método de evaluación de los alimentos, en el que el instrumento es el ser humano, existen normas internacionales que estipulan desde cómo deben ser el ambiente y la forma de preparación de las muestras hasta la selección y el entrenamiento de las personas involucradas, con el fin de que los resultados sean válidos y comparables.

Una de estas normas[71] establece el tipo de sustancia y la concentración en que debe ser utilizada para evaluar si los participantes pueden diferenciar entre los cuatro gustos básicos (el

umami recién ahora comienza a ser aceptado dentro de la comunidad científica como un gusto básico): se diluyen 5,76 g de azúcar común o sacarosa para el dulce; 1,19 g de sal o cloruro de sodio para el salado; 0,43 g de ácido cítrico para el ácido; y 0,195 g de cafeína para el amargo.

La sensación *dulce* es estimulada básicamente por los distintos azúcares; sin embargo, no todos tienen la misma potencia. Los edulcorantes no calóricos también pueden desencadenar el impulso, pero no son absorbidos por el organismo, o no son metabolizados si se absorben, o incluso si son metabolizados, aportan pocas calorías en relación con el dulzor que generan. El azúcar común –o sea, la sacarosa– se toma como la vara de medida para comparar el poder edulcorante. Respecto de su velocidad de percepción y su permanencia, el *dulce* se percibe rápidamente, entre uno y dos segundos después de probar el alimento, y se desvanece en unos diez segundos.

El *salado*, por su parte, es estimulado por la sal común y también por otras sales disueltas, aunque no con la misma intensidad. Este gusto se percibe muy rápidamente, pero tarda en desaparecer.

El *ácido* también se percibe enseguida; sin embargo, puede haber variaciones dependiendo de qué otras sustancias estén presentes en la saliva y del tipo de ácido que se utilice para la prueba, con amplios rangos tanto de estimulación como de permanencia.

Por otro lado, el gusto *amargo* se caracteriza por su lenta pero muy duradera percepción, ya que persiste durante casi un minuto luego de haber efectuado un lavado de la boca.

No todas las sustancias amargas pueden ser detectadas por todas las personas, y esta particularidad genética conlleva una sensibilidad distinta respecto del dulzor y el picante. La capacidad de percepción de sustancias amargas se transmite de padres a hijos. Se han realizado muchos estudios con sustancias de la familia de la tiourea (el 6-n-propiltiouracilo o PROP y la feniltiocarbamida o PTC), mediante las cuales pueden diferenciarse grupos genéticos de los llamados gustadores o supergustadores (quienes sienten un amargor intenso), gustadores intermedios (quienes perciben un amargor más atenuado) y no gustadores (para quienes el sabor será ligeramente amargo o insípido).

Así, se ha podido comprobar que el 25% de la población pertenece al grupo de los gustadores, el 50% al grupo de los gustadores

intermedios y el 25% restante a los no gustadores.

Durante la exposición “Matèria condensada. Cuinarciència”, realizada en 2010 en Ars Santa Mónica (Barcelona), se invitó a los asistentes a saborear un papel impregnado en PROP, y fue realmente increíble constatar cómo algunas personas apenas percibían el gusto amargo, mientras que para otras era ofensivo. Los gustadores tienen una mayor sensibilidad al amargor del PROP y, a su vez, de forma asociada, al dulce y el picante (sensación trigeminal). Es probable que la posibilidad de percibir o no percibir el sabor amargo sea la causa de que a algunas personas les gusten mucho el café sin azúcar, el

chocolate con 70% de cacao o la cerveza, y a otras les resulten insoportablemente amargos.

Respecto del *umami*, bastante desconocido aún para los occidentales, fue el último gusto químico aceptado como básico, hacia 1980. El nombre, elegido por su descubridor –el doctor Kikunae Ikeda–, proviene de la palabra japonesa “*umai*”, que significa

“delicioso”. El doctor Ikeda comenzó sus investigaciones preguntándose por qué el agregado de un caldo de algas *kombu* al tofu daba una nueva dimensión a su sabor.[72]

Investigando este fenómeno, logró cristalizar el glutamato monosódico (MSG) de las algas en 1907 y al año siguiente patentó la producción del MSG como saborizante. Ese mismo año, Ikeda se asoció con Saburosuke Suzuki II, y registraron el *ajinomoto* como condimento, que comenzó a comercializarse casi de inmediato. La traducción de *ajinomoto* es “la esencia del gusto” y, como les ha sucedido a otras marcas famosas (como Maicena, Quacker o Nesquik), hoy es más habitual encontrar en las recetas el ingrediente *ajinomoto* que el MSG. Kikunae Ikeda murió en 1936, muchos años antes de que el *umami* fuera reconocido como un gusto.

¿Dónde podemos encontrarlo? El *umami* está presente en alimentos ricos en proteínas y en algunos hongos y vegetales como el tomate y los espárragos. El MSG es un derivado de uno de los veinte aminoácidos, el ácido glutámico, y ha sido usado como potenciador del sabor. Figura en las etiquetas de muchos alimentos elaborados industrialmente y es un ingrediente habitual en los platos de comida japonesa.

Buscando a *umami*

Más allá de que entendamos que existe, para nuestro paladar occidental, probablemente sea difícil identificar el gusto *umami*. Durante mucho tiempo, de hecho, el MSG fue considerado un realzador del sabor en general, y quizás por esa interacción con los otros gustos, fue rechazado como gusto independiente, hasta el momento en que la estructura proteica de los receptores específicos fue identificada.

Recomendamos, para comenzar a identificar este gusto, tomar una pizca de MSG o *ajinomoto* y colocársela en la boca; cuando se disuelva, sentirán una mezcla de salado acompañada de una sensación de suculencia. *Ahí* está el *umami*. Otro ejercicio es

probarlo en un caldo casero de vegetales, agregando a este MSG en vez de sal. En tal caso, proponemos el ejercicio de verificar la diferencia con y sin este agregado.

¿A qué gusta?

El sentido del gusto es analítico y cuantitativo. Esto quiere decir que nos permite identificar los distintos gustos en una mezcla, además de evaluar la cantidad presente de cada uno de ellos.

Ahora bien, no todos percibimos igual, sino que tenemos una particular sensibilidad a cada gusto. De ahí proviene lo que llamamos "umbral de percepción", que es la mínima cantidad de sustancia que somos capaces de detectar e identificar. Cada persona tiene su propio umbral (que no es exactamente el mismo para todos los gustos) y eso le permite tanto caracterizar, por ejemplo, que el agua que está degustando es distinta del agua pura, como identificar esa diferencia.

Esto parece muy sencillo, pero no lo es. Para experimentarlo, proponemos lo siguiente: 1.

Llenen tres botellas de agua de 2 l con agua de la canilla.

2.

A una de ellas, agréguenle dos sobres de azúcar (unos 6 g cada uno), y a la otra, un sobre de sal (unos 5 g).

3.

Esperen hasta que se disuelvan por completo el azúcar y la sal, y luego

ofrezcan a sus amigos un vaso de cada bebida.

Probablemente, debido a la baja concentración de sal y azúcar, no todos puedan diferenciar el agua saborizada del agua pura, y, por otro lado, entre los que sí logren diferenciarla, no todos podrán identificar qué sustancia se le agregó. Como vimos, los supergustadores de PROP tendrán una mayor sensibilidad al dulce en comparación con los no gustadores.

Nuestro sentido del gusto nos permite, entonces, determinar las cantidades presentes de cada gusto particular en una muestra y ordenarlos en forma creciente o decreciente.

Sin embargo, esta posibilidad tiene un límite: cuando la concentración es muy alta, la capacidad de detectar diferencias en las cantidades disminuye. Podríamos compararlo

con una balanza con una capacidad máxima de 3 kg, en la que intentamos medir algo que pesa más: la balanza siempre marcará 3 kg, aunque sean 4 o 10.

Por otro lado, la temperatura de los alimentos afecta el sentido del gusto. Entre los 20 y los 30 ºC la sensibilidad es mayor; en los alimentos muy fríos o muy calientes, en cambio, la sensibilidad disminuye. Es así que un helado nos resulta agradablemente dulce mientras está congelado (por lo general a menos de –14 ºC), pero demasiado dulce cuando está derretido. Por esta razón también todas las recetas recomiendan una mayor proporción de sal para la carne que se va a comer fría.

El gusto se adapta al estímulo, y esto significa que, cuando se repite un mismo estímulo, dejamos de percibirlo. Probablemente hayan notado que, al comer un plato abundante de una misma comida, las sensaciones van cambiando. El primer bocado no es igual a los siguientes, y muchas veces necesitamos agregar más sal antes de terminarlo. Esto sucede no porque la sal se haya evaporado sino porque nuestros sentidos se han apagado. Las sales entrefinas, como la sal Maldon o la *fleur du sel*,[73] agregadas justo antes de servir a una ensalada o una carne, previenen la adaptación al estímulo. En cada bocado, nos encontramos con cantidades muy dispares de sal –algunos con mucha y otros con nada– y ese juego de sensaciones permite que nuestro sentido del gusto no se disipe, sino que se renueve, impidiendo la adaptación y el acostumbramiento.

El arte de combinar gustos

Si nos preguntan cómo interactúan los gustos entre sí, probablemente *a priori* no sepamos qué contestar. Pero si nos ponemos a pensar en cómo solucionamos algunos problemas culinarios para rectificar el sabor de las comidas, veremos que ponemos en práctica ese conocimiento más de lo que suponemos; gracias a esas interacciones –que en algunos casos apagan y en otros aumentan un gusto en particular–, muchas veces nos salvamos del fracaso y el oprobio al preparar un plato.

Es bien sabido que, para que una salsa de tomate no resulte ácida, se le agrega un poco de azúcar, o que muchas recetas de pastelería indican una pizca de sal para realzar el dulzor, o un poco de ácido si una mermelada resulta exageradamente dulce. De estas prácticas cotidianas, podemos deducir que el dulce aplaca la sensación de acidez, que el salado aumenta la percepción del dulce y que el ácido modera el dulzor. Ahora bien, algo importante a tener en cuenta es que en ningún caso el agregado de otro gusto anula el efecto de la sustancia que queremos moderar, por lo que el ácido del tomate seguirá en la salsa aunque lo enmascaremos, y las personas sensibles se acordarán de nosotros al día siguiente y seguro comenten: "No sé por qué tengo tanta acidez si la salsa estaba perfecta".

Estas interacciones tienen efectos sobre nuestra percepción de los gustos que pueden ocurrir en varios niveles del árbol perceptivo; por ejemplo, ciertas interacciones químicas entre los ingredientes podrían producir la formación de compuestos insolubles que no serían detectados por los receptores. Además, la presencia de un gusto podría afectar la forma en que se detecta otro (las sales de sodio suprimen el amargor de algunos compuestos a nivel de los receptores). Finalmente, también deben tenerse en cuenta las interacciones cognitivas. Cuando dos o más estímulos gustativos se mezclan, la intensidad interpretada y percibida en el cerebro es menor que la suma de las intensidades individuales.

Como podemos notar, las interacciones entre los gustos son complejas. En efecto, los autores no logran ni siquiera ponerse de acuerdo respecto de los gustos puros combinados. A esto le sumamos que esas acciones recíprocas difieren si se trata de concentraciones bajas, intermedias o altas.

Podemos, sin embargo, sacar en limpio los ejemplos básicos de estas interacciones: **Amargo y salado**

El amargor se suprime con sal, pero el salado no se ve afectado (chocolate 70% con sal).

Amargo y dulce

En altas concentraciones, se suprimen mutuamente (café y azúcar).

Amargo y ácido

En bajas concentraciones, ambos se perciben con mayor intensidad; en concentraciones medianas, el ácido aumenta y el amargo disminuye; en concentraciones altas, el ácido se suprime y el efecto sobre el amargo es variable.

Ácido y salado

En bajas concentraciones aumenta la intensidad de cada gusto, mientras que en concentraciones altas se suprime la intensidad de ambos. Un ejemplo típico es el agregado de limón a las milanesas: cuanto más limón le pongamos, más sal desearemos agregar. (¡Con razón se usan el limón y la sal en la milanesa!).

Ácido y dulce

En altas concentraciones, se suprimen mutuamente; en concentraciones bajas, el efecto es variable. Para experimentarlo, pueden probar la mezcla de los bombones de fruta antes y después de agregar un ácido.

Dulce y resto de los gustos

En bajas concentraciones, la respuesta es variable; en concentraciones medianas, el dulce suprime los demás gustos; en concentraciones altas, tanto el amargo como el ácido se suprimen frente al dulce.

Salado y dulce

En bajas concentraciones, aumenta el gusto dulce, mientras que en altas, el salado suprime el dulzor o no tiene efecto sobre él.

Umami

Algunos *umami* actúan sinérgicamente y, por lo general, aumentan la percepción del salado y el dulce, y disminuyen el amargor en todas las concentraciones.

La mayoría de las interacciones descriptas surgen de experimentos realizados con soluciones puras de los gustos disueltas en agua, pero en la estructura de los alimentos la percepción de la intensidad de cada gusto cambia (sí, no mentíamos al decir que las interacciones son

verdaderamente complejas). Así, cuanto más viscosa sea una preparación, en general menos percepción de los gustos tendremos. Esto explica por qué el saber popular indica agregar una papa cocida a una preparación que quedó muy salada: el agregado de un espesante como el almidón de la papa estaría disminuyendo la percepción del salado.

Sensaciones químicas en el paladar

El abanico de sensaciones que generan los alimentos en la boca al comer es aún más amplio. Además de los dulces, salados, ácidos, amargos y *umamis,* hay otros compuestos químicos de los alimentos capaces de estimular terminaciones nerviosas presentes en la boca y producir sensaciones de irritación, dolor, frescor o quemazón.

Estas se transmiten al cerebro a través del nervio trigémino, por lo que se las conoce como "sensaciones trigeminales".

Picante, pungente

Algunas sustancias químicas, como la capsaicina presente en los ajíes picantes, la peperina de la pimienta, el gingerol del jengibre o los compuestos azufrados presentes o generados durante el procesamiento del ajo, producen sensaciones en la boca (derivadas de la estimulación directa de terminales nerviosas) que provocan irritación o dolor, y que identificamos como "pungencia".

Cambios en el picor del jengibre y el ajo

Más allá de que llamemos "gusto" o "sabor" al picante, en realidad estamos en presencia de la estimulación del nervio trigémino, que provoca la sensación de dolor dentro de la boca. La sustancia patrón en este caso es la capsaicina, presente en los ajíes o chiles picantes.

El compuesto químico que desencadena la sensación de picor del jengibre, pariente de la capsaicina, se llama "gingerol". Habremos observado que, al cocinarlo, podemos disminuir su efecto. Esto sucede porque la cocción transforma el gingerol en zingerone, que es menos picante. Si el jengibre se deshidrata, por otro lado, se transforma en shogaol, otro compuesto que es el doble de picante que el gingerol original.

En el caso del ajo, la aliina se transforma en alicina por efecto de la enzima alinasa, y provoca el picor característico que tiene cuando lo comemos crudo. Ahora bien, si se cocina entero, la enzima se desnaturaliza antes de que se produzca la conversión; además, al ser un compuesto inestable, se rompe y pierde sus propiedades. Por lo tanto, nos encontraremos con un ajo más amable, tirando a dulce.

¡Hace falta mucha crema para apagar tanto fuego!

Al comer algo picante, muchos cometen el error de intentar diluir la sensación tomando agua. Pero el dolor producido por la capsaicina o la piperina no se puede disolver con agua, ya que ambas sustancias son liposolubles. Para atenuar la quemazón producida, se recomienda más bien comer alimentos grasos, como leche, helado o crema. Al

parecer, la caseína de la leche forma un complejo químico con la capsaicina, que la quita de los receptores.

Ahora bien, ¿por qué hay quienes disfrutan el picante y otros lo sufren al punto de que prefieren evitarlo? La verdad es que el hecho de que la sensación de dolor sea agradable o no depende absolutamente del comensal y de su bagaje cultural. Sí podemos decir que la ingesta consecutiva de alimentos con picante reduce en forma paulatina la sensación percibida y, por lo tanto, mejora la tolerancia de sus efectos. Esto explicaría la cantidad de platos picantes tradicionales en algunos países como México, la India, Tailandia y Vietnam. Los picantes, además, por su prolongada percepción dentro de la boca, incrementan la sensación de saciedad de un alimento.

Por su parte, los ácidos y las sales en altas concentraciones –aparte de ser moléculas sápidas– generan irritación. Las personas supergustadoras son muy sensibles a esta sensación de dolor, y es habitual que rechacen los preparados con picantes.

En 1912, Irving Scoville desarrolló un método para estimar el picante de los ajíes, que luego se conoció como “escala de Scoville”. Para construirla, diluyó sucesivamente un extracto de ají picante en distintas proporciones de almíbar, hasta que el picante ya no fuera detectado en la mezcla. Por lo tanto, cuanto más había que diluirlo, más picante era el ají testeado. Hoy, el picante de las especias se mide mediante métodos analíticos (“cromatografía líquida de alto rendimiento”, conocida como HPLC, por sus iniciales en inglés) y en unidades ASTA (las iniciales en inglés de la Asociación Americana de

Comercio de Especias) de pungencia, que equivalen a 1 mg de capsaicina por litro. A partir de la vigencia de estos métodos, se dejó de torturar a los pobres probadores de picantes.

Tabla 8.1. Escala de Scoville

Unidades Scoville Tipo de ají

16.000.000-15.000.000

Capsaicina pura

9.100.000-8.600.000

Varios capsaicinoides, como homocapsaicina, homodihydrocapsaicina y nordihydrocapsaicina

5.300.000-2.000.000

Nivel estándar del aerosol de pimienta en los Estados Unidos

1.041.427-855.000

Naga Jolokia

580.000-350.000

Habanero Savinas roja

350.000-100.000

Chile habanero, Scotch Bonnet, chile datil, *capsicum chinense*

200.000-100.000

Rocoto, chile jamaicano picante, piri piri

100.000-50.000

Chile thai, chile malagueta, chile chiltepín, chile piquín

50.000-30.000

Pimienta de cayena, chile picante peruano, chile tabasco, algunos chiles chipotle 23.000-10.000

Chile serrano, algunos chiles chipotle

Variedad de Nuevo México del chile anaheim, chile húngaro de cera

5000-4500

Chile jalapeño

8000-2500

Chile rocotillo

2500-1500

Chile poblano

1500-1000

Chile anaheim

2500-500

Pimiento, peperoncini

500-100

No picante, pimiento verde

O

Astringencia

Llamamos “astringencia” a esa sensación de sequedad, aspereza y contracción que nos hace fruncir el ceño. La producen las frutas inmaduras, algunos vinos o tés y, a veces, el chocolate. En ocasiones se la asocia al amargor de un alimento, ya que algunas de las sustancias que producen esa sensación, como los taninos en determinados vinos, también tienen gusto amargo.

¿Cómo se explica químicamente? La astringencia se produce por la presencia de compuestos fenólicos que coagulan las proteínas existentes en la saliva, y desencadenan así un incremento de la fricción dentro de la boca. En el proceso de masticación, la saliva se encarga de lubricar los alimentos mientras se produce la desintegración mecánica para formar el bolo alimenticio antes de la deglución.

Detengámonos un poco en la saliva, que es bastante maravillosa. El 96% de su composición es agua, que humecta los alimentos y disuelve las sustancias sápidas para que puedan desencadenar la sensación en las papilas gustativas. Además, tiene reguladores de acidez, sales y glicoproteínas, que reducen la fricción en el interior de la boca, así como algunas enzimas, como la ptialina, que inician la digestión del almidón y el glucógeno.[74]

El rol de la saliva es fundamental en el proceso de digestión, ya que los alimentos deben llegar a un determinado grado de lubricación y tamaño antes de ser deglutidos. En la lubricación intervienen, además, el agua del alimento liberada durante la ruptura mecánica y las grasas, que se funden durante este proceso. Muchas veces percibimos que algunos alimentos son más húmedos que otros, pero esto no se relaciona solo con la cantidad de agua que contengan, sino con una sensación ligada a la lubricación completa. Si comparamos, por ejemplo, la sensación de humedad que da un bizcochuelo (que no tiene prácticamente materia grasa) y la que produce un budín (que tienen alrededor de 25% de materia grasa), a pesar de que ambos tengan la misma cantidad de agua al final de la cocción, percibiremos al budín más húmedo que al bizcochuelo.

La grasa intramuscular en una carne tiene el mismo efecto: por un lado, da mayor terneza, ya que las fibras están previamente separadas

por la grasa presente, pero por

otro, también mayor jugosidad (que refleja la lubricación dada por la grasa cuando se funde en la boca).

Por otra parte, algunos compuestos como los de la reacción de Maillard estimulan la salivación; es por esta razón que una carne que ha sido sellada o dorada se percibe más jugosa que otra aunque tengan el mismo punto de cocción y contenido de agua.

Cuestión de olfato

Todos los sentidos son maravillosos, pero la memoria emocional ligada al sentido del olfato es especialmente fascinante. Volver a percibir los perfumes que acompañaron determinadas situaciones, placenteras o desagradables, junto a seres queridos, nos remite en un solo instante a la emoción original. Es habitual escuchar reminiscencias de lugares entrañables acompañadas de su aroma. Recordar, por ejemplo, el olor de la casa de una abuela, que podría describirse como una combinación de sopa de fideos con colonia de la perfumería franco-inglesa; o el de la cartera de mamá cuando buscábamos un caramelo: una mezcla de cuero, con perfume Arpège y lápiz de labios. El solo recuerdo de esas fragancias nos devuelve inmediatamente a nuestra infancia.

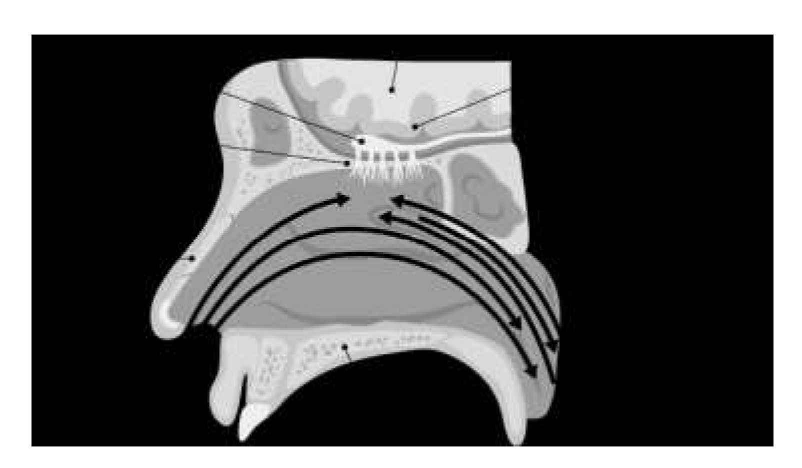
Una escena memorable de esta evocación en relación con la comida se da en la película *Ratatouille*, cuando el crítico gastronómico Anton Ego prueba el *ratatouille*,[75]

preparado especialmente para él. El cambio de expresión de su rostro es maravilloso: pasa de la amargura a la sorpresa y luego a la alegría, cuando el aroma lo hace viajar a su infancia, a través de la comida que le preparaba su madre. Quizá la escena literaria más icónica del recuerdo emergiendo con toda su carga emocional la trae Marcel Proust en *Por el camino de Swann*:

En el mismo instante en que ese sorbo de té mezclado con sabor a pastel tocó mi paladar… el recuerdo se hizo presente… Era el mismo sabor de aquella magdalena que mi tía me daba los sábados por la mañana. Tan pronto como reconocí los sabores de aquella magdalena… apareció la casa gris y su fachada, y con la casa, la ciudad, la plaza a la que se me enviaba antes del mediodía, las calles.

El olfato es un sentido químico, al igual que el gusto; es decir que necesitamos que moléculas volátiles se encuentren con nuestros receptores en el epitelio olfativo para que esas terminaciones

nerviosas envíen un mensaje a nuestro cerebro: “manzana verde”, “manzana roja”, “carne podrida”. En el cerebro, las terminaciones forman una sinapsis (relación funcional de comunicación entre las células nerviosas) en el bulbo olfativo (figura 8.2), donde existe un circuito complejo de neuronas de enlace que distribuyen la información hacia varias estructuras cerebrales.



En ese circuito, la información no solo pasa por estructuras cerebrales que tratan casi exclusivamente la información olfativa, como el bulbo olfativo y la corteza piriforme, sino también por estructuras que gestionan todos los tipos de información sensorial, como la corteza entorrinal, la amígdala y el hipocampo. Se cree que estos lugares de convergencia desempeñan un papel clave en la incorporación de nuevos recuerdos y en la memoria episódica, o sea, la de los hechos del pasado.

Figura 8.2. Anatomía del sentido del olfato

Cada neurona ubicada en la cavidad nasal tiene solo un tipo de receptor, y han sido identificados mil receptores distintos, sensibles a diferentes moléculas en distinta medida. Una misma molécula, por lo tanto, puede estimular distintos receptores. La combinación de estos estímulos múltiples, como los acordes que acompañan una melodía, podrían generar una imagen espacial en nuestro cerebro para identificar un olor determinado.

Cuando las sustancias volátiles ingresan a la nariz desde el exterior llamamos a esta percepción “olor”, y cuando lo hacen a través de la

boca por vía retronasal la llamamos

“aroma”. Por eso es que, mientras masticamos, percibimos con el olfato las moléculas volátiles que identifican al alimento. Si el olfato está ausente por algún problema fisiológico o a causa de un resfrío, solemos decir que no le sentimos el gusto a la comida. Sin embargo, lo que no sentimos es su olor o su aroma; esto implica que solo podemos identificar los gustos básicos y otras sensaciones somáticas, pero no el aroma

diferencial que caracteriza a cada alimento. Como pueden ver, el aroma en la comida es más fundamental de lo que solemos pensar.

A medida que transcurre la masticación, así como se disuelven los compuestos solubles en agua también se van liberando los compuestos aromáticos y, por la vía retrosanal, llegan nuevas sustancias aromáticas a nuestro epitelio olfativo. Es decir que el perfil aromático va cambiando durante el proceso. Por otra parte, el olfato es un sentido que se cansa y se satura, es decir que si un estímulo es permanente, dejamos de percibirlo.

Uno de los mejores ejemplos es cuando entramos en una habitación cerrada, llena de gente, y percibimos un tremendo olor a encierro, que, sin embargo, luego de un rato, dejamos de percibir.

Por lo general, en un alimento no hay una sola sustancia aromática sino una combinación de sustancias en diferentes cantidades que en conjunto componen el aroma completo. La vainilla o vainillina, por ejemplo, es una de las moléculas aromáticas que pueden fabricarse. Cuando olemos la vainillina (el compuesto químico sintético) no nos queda duda de que es vainilla, mientras que, al oler una chaucha de vainilla, identificamos con claridad como componente principal a la vainillina, pero acompañado de un montón de otros compuestos aromáticos. La combinación de estos otros componentes dará cualidades particulares a cada vainilla según el proceso al que haya sido sometida, en un abanico de posibilidades enorme. Si comparamos ese conjunto de olores con lo que ocurre en la música, la vainillina sería la melodía llevada por el piano y el resto de los compuestos, la orquesta que la acompaña en la sinfonía.

Muchas veces, diferentes productos alimenticios comparten la presencia de las mismas moléculas. Por esa razón, un vino puede tener aroma a frutos del bosque, a cuero o a pasas de uva. Esto no significa, sin embargo, que al vino se le haya agregado nada de esto, sino que algunas de las sustancias que justamente también caracterizan a esos

otros productos estaban presentes en la fruta o se generaron durante la fermentación o el añejamiento. Algo curioso en este sentido (para seguir complicando más las cosas) es que algunas sustancias químicamente parecidas producen aromas que tendemos a asociar, pero otras con pequeñas diferencias en las fórmulas dan aromas distintos por completo.

Tenemos la capacidad para discriminar entre muchísimas sustancias y sus mezclas en distintas proporciones y lo mejor es que el olfato se puede desarrollar y educar. Esto significa que podemos entrenarnos en la atención que les prestamos a los estímulos y en el desarrollo del lenguaje para relacionarlos. Nuestra habilidad de discriminación es tal que, hasta el presente, no se ha logrado diseñar ningún instrumento de medición que reproduzca esa facultad.

¿De manzana o de limón?

Un experimento muy divertido es tratar de identificar el sabor de los caramelos con los ojos cerrados y la nariz tapada. El juego es así:

1.

Cerrar los ojos.

2.

Taparse la nariz.

3.

Hacer que otra persona coloque un caramelo en nuestra boca.

4.

Tratar de identificar su sabor.

5.

Luego, con la nariz destapada, tratar de identificarlo nuevamente.

Para que podamos percibir un olor, las moléculas que conforman ese

aroma deben ser volátiles; es decir que deben encontrarse en estado gaseoso a fin de poder volar a través del aire hasta nuestro epitelio olfativo (en la nariz). Cuanto mayor sea la temperatura a la que esté el producto, más cantidad y variedad de moléculas aromáticas serán liberadas. Para probar esto, basta comparar el aroma de un producto muy frío con otro a temperatura ambiente: percibiremos no solo el aumento de la intensidad sino también la aparición de nuevas tonalidades aromáticas.

En los últimos años, dada la mayor popularidad de las catas de vinos y el aumento de las personas interesadas en las degustaciones guiadas, se han incorporado en muchas etiquetas las temperaturas recomendadas para una adecuada degustación. Si bien esas recomendaciones pueden parecernos caprichosas o incluso pretenciosas, tienen que ver justamente con el equilibrio pretendido por los diseñadores del vino para que el aroma nos dé una sensación determinada de sabor y no otra. En una degustación, la *sommelier* y chef María Barrutia[76] preparó un ejercicio muy adecuado para corroborar esta diferencia: la catación de un mismo vino a distintas temperaturas. Hagan la prueba con sus amigos. ¡La gran mayoría identificará vinos diferentes!

Más interacciones en el acto de comer

Como dijimos al principio, el sabor es la combinación del gusto, el aroma y las sensaciones somatosensoriales. Sin embargo, al comer, el sabor no es la única variable.

Las interacciones entre los sentidos durante la evolución de la comida, el ambiente donde nos encontramos y nuestra experiencia previa (cultura) desencadenan fenómenos perceptivos que pueden ser de gran interés para la elaboración de un plato.

El color

El color de un alimento y su presentación nos generan expectativas respecto de la experiencia gastronómica que vamos a tener. Como hemos mencionado, hay colores que nos resultan familiares y apetitosos en un alimento y no en otros. Es tal la influencia que un mismo alimento coloreado con diferentes tonos tendrá distinta aceptación, y hasta percibiremos con mayor intensidad algunos sabores según su color. Así, el rojo, por ejemplo, aumenta la percepción de dulzor tanto en yogures como en jugos de frutas.

La influencia de un color al momento de identificar correctamente un

sabor puede ponerse a prueba de una forma muy simple, en un experimento similar al de los caramelos de fruta. Para ello, necesitaremos algunos elementos:

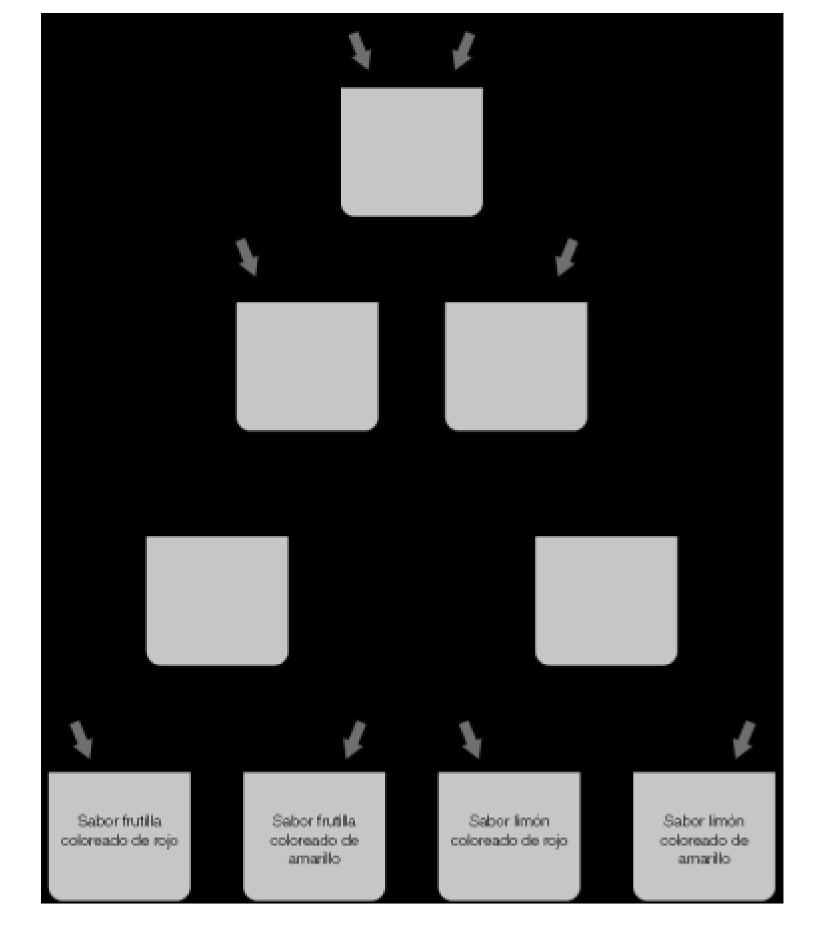
- colorante rojo
- colorante amarillo
- esencia de limón
- esencia de frutilla
- 1 cucharadita de ácido cítrico
- 4 cucharadas de azúcar común

1 litro de agua

Disolvemos 4 cucharadas de azúcar común y 1 cucharadita (de café) de ácido cítrico en 1 litro de agua. Dividimos la mezcla en dos y agregamos la esencia de frutilla en una y la de limón en la otra (anotar cuál es cuál). Luego, dividimos las mezclas nuevamente en dos y agregamos el colorante rojo a una y el colorante amarillo a la otra (como se muestra en la figura 8.3). Al final de la preparación debemos tener dos aguas saborizadas con frutilla (una de color rojo y otra de color amarillo) y dos aguas saborizadas con limón (una de color rojo y otra de color amarillo).

El paso final es servir las aguas en vasos transparentes y pedir a los presentes que identifiquen el sabor de cada uno. Se sorprenderán con la gran influencia que ejerce el color en nuestra expectativa respecto del sabor y con la cantidad de identificaciones erróneas que se obtienen.

Figura 8.3. Jugando con los sentidos



El gusto y el aroma

Si bien la interacción entre ambos parámetros sensoriales es conocida, también hay que tener en cuenta que es afectada por las expectativas de los pares aroma-gusto más habituales. Es así que, como la frutilla aumenta la percepción de dulzor, si le agregamos aroma a frutilla a algo dulce nos parecerá aún más dulce.

La textura

Su influencia en los alimentos afecta en gran medida nuestra percepción integral. Es, por lo tanto, un elemento crítico: las sensaciones táctiles percibidas dentro de la boca mientras se desarma el alimento durante la masticación pueden, en efecto, aumentar o disminuir nuestra aceptación.

En los alimentos crujientes, por ejemplo, es importante no solo sentir

la fractura sino también el sonido que produce. A medida que la matriz alimentaria se desarma o se

funde en la boca, pueden aparecer nuevos sabores y aromas, además de cambiar la composición de los aromas percibidos. Una experiencia interesante es espesar o gelificar el mismo líquido con distintos espesantes o gelificantes y comparar su sabor. La prueba más sencilla es gelificar el mismo jugo con agar agar y con gelatina. Primero, separamos una parte del jugo y procesamos otras dos partes con gelatina o agar agar. Al probarlos, percibiremos que la gelatina irá disolviéndose a la temperatura de la boca, liberando fácilmente el sabor del jugo. El agar agar, en cambio, no se disolverá y deberemos masticarlo (es decir que parte del sabor quedará encerrado en la matriz del gel). Por otra parte, aunque la liberación aromática real (medición de olores en la nariz) sea la misma, la percepción de esos aromas dentro del gel será menor, cosa que podremos corroborar al probar el jugo sin gelificar.

En definitiva, al cocinar, la textura es un elemento que no podemos dejar de lado.

Mediante las sensaciones táctiles evaluamos si un alimento es "arenoso" o "cremoso", si es "suave" o "áspero". A veces esas sensaciones se relacionan con los componentes –

como en el caso de la astringencia– y otras, con el tamaño de las partículas presentes. Si las partículas son inferiores a 3 micrones, no las sentiremos; por tal razón, un helado con cristales de hielo muy pequeños nos resulta cremoso, mientras que uno con cristales grandes, no.

Combinaciones y maridaje entre alimentos y bebidas

Muchos se han preguntado por qué determinadas combinaciones de alimentos quedan muy bien y otras no, y han intentado encontrarle una explicación científica al fenómeno.

En paralelo, cocineros famosos han hecho combinaciones aparentemente estrafalarias e impensables que se convirtieron en platos reconocidos. Es probable que el puntapié inicial en este tema lo haya dado Heston Blumenthal, en su restaurante The Fat Duck, al combinar caviar y chocolate blanco,[77] o chocolate amargo con queso roquefort, en su famoso volcán o *coulant* de chocolate.

En 1992, Heston Blumenthal y François Benzi (especialista en sabores de la compañía Firmenich) propusieron que era factible componer

excelentes platos en tanto los ingredientes compartieran un componente aromático principal. Esta idea despertó el interés de la compañía Sense for Taste, que en 2004 decidió investigar los fundamentos de esta hipótesis. Así surgió el nombre específico de "*foodpairing*" o "maridaje de comidas" y se creó una base de datos de más de mil ingredientes y sus correspondientes perfiles de sabor.[78] Lo interesante es que esta base está muy lejos de ser definitiva,

¡sigue y sigue creciendo!

El proceso de encontrar la pareja perfecta comienza con el análisis del perfil aromático de cada producto mediante la cromatografía (método que separa e identifica los distintos componentes). Luego, la particular combinación del alimento en cuestión se compara con la base de datos preexistente (unos mil productos) y, a partir de ahí, se diseña un diagrama (al que llaman "árbol"), en el que las ramas más cercanas indican las mayores coincidencias entre productos, ordenados en nueve categorías: 1.

Lácteos

2.

Frutas

3.

Vegetales

4.

Bebidas

5.

Condimentos

6.

Carnes

7.

Pescados

8.

Postres, productos horneados y chocolate

9.

Especias, hierbas y flores

En el sitio web de *foodpairing* pueden ver algunos de estos diagramas junto a recetas sorprendentes.[79]

Otro tema vastísimo con sus propias discusiones es el correcto maridaje entre comida y bebida. La premisa suele ser que el efecto del alimento sobre nuestros sentidos no sea arruinado ni opacado por la composición de la bebida, y viceversa. Habremos escuchado afirmaciones del estilo "el asado se come con vino tinto" o "el pescado va bien con vino blanco", entre muchas otras que, por suerte, han dado lugar a interpretaciones más flexibles; actualmente se reconoce, por ejemplo, que las variantes existentes entre los vinos es tan amplia que priman las características puntuales de cada uno más que la clasificación rígida entre blanco y tinto.

Por otro lado, no todos los investigadores, *sommeliers* ni cocineros están de acuerdo con esta teoría. Algunos encuentran su inspiración en el contraste, la complementación, e incluso en el origen de procedencia de los ingredientes a la hora de combinar un plato y una bebida. Estas afortunadas disidencias han dado lugar al surgimiento de muchos platos y tragos originales.

Y entonces llegó la neurociencia…

Como indicamos al principio del capítulo, en la experiencia gastronómica intervienen todos nuestros sentidos mancomunados, a los que se suman los factores contextuales no sensoriales, que afectan tanto nuestras percepciones puras como nuestro nivel de aceptación y de disfrute de las comidas. Con la llegada de los neurocientíficos a este campo, se ha profundizado enormemente la exploración de aquellos factores que no se relacionan de forma directa con la comida, pero que influyen de manera notable en que la experiencia de comer sea positiva y agradable o todo lo contrario.

Uno de mis primeros acercamientos a este tema fue a través del libro *Mindlesseating: Why We Eat More than We Think*, de Brian Wansink,[80] cuya traducción sería "Comer sin pensar: por qué comemos mucho más de lo que pensamos". El libro comienza con el planteo de que, como la sensación de saciedad física real aparece recién a los treinta minutos, debemos prestar atención a otros factores y señales que nos indiquen que estamos satisfechos para saber cuándo dejar de

comer. La idea es descubrir cuáles son para poder reducir la ingesta excesiva de alimentos. Wansink analiza en el libro los resultados de experimentos (algunos realmente hilarantes) en los cuales cambia ciertas señales y factores del entorno de los comensales y evalúa la cantidad de comida ingerida. Por ejemplo, durante la proyección de un partido de futbol en un restaurante, se sirven bols de alitas de pollo fritas (*chicken wings*), pero se divide a los asistentes (sin que ellos lo sepan) en dos grupos. Se pide al personal del restaurante que a un grupo le retire los bols con los huesos de las alitas y que al otro se los deje en la mesa. El resultado es que las personas que tienen frente a ellas todo el tiempo el cuerpo del delito (los huesos de pollo), comen mucho menos que aquellas a quienes se le van retirando los desechos. En otro experimento, el autor demuestra que la misma cantidad de comida en un plato más chico da más satisfacción que en un plato más grande y que, si en vez de tener un recipiente con caramelos en el escritorio, lo alejamos y tenemos que levantarnos de nuestra silla para buscarlos, comemos muchos menos. En definitiva, el libro ayuda a descubrir los patrones propios que nos hacen sentir satisfechos al comer. No se trata de reglas universales; para algunos, por ejemplo, servirá limpiar el plato con el pan y, para otros, dejar pequeños restos a un costado.

Otros investigadores se han ocupado de analizar la influencia del ambiente, el estado de ánimo, la música, la vajilla y hasta el nombre de determinados platos del menú. En su libro *The Perfect Meal* (La comida perfecta),[81] Charles Spence recopila estudios científicos que demuestran cómo influyen, sobre la experiencia gastronómica, una gran cantidad de factores contextuales: desde un adorno en la mesa que da tema de charla y descontractura a los comensales, hasta el nombre y la posición de un determinado plato en la carta, la forma y el material de la vajilla y los cubiertos, o bien la atención del camarero.

La influencia de los factores que contextualizan una comida es interesantísima e inagotable. El científico argentino Bruno Mesz, por ejemplo, estudia la relación de la música y otros sonidos del ambiente no solamente sobre los gustos básicos, sino sobre la totalidad de la experiencia gastronómica.

Evaluación y análisis sensorial

En los últimos años, las catas de distintos tipos de alimentos se han convertido en actividades habituales para los amantes de la gastronomía. Los iniciadores de esta tendencia han sido indudablemente los amantes del vino, con catas guiadas en bodegas o

clubes de vino, que luego se fueron extendiendo hacia otros productos, como el aceite de oliva, los quesos, el té, la yerba mate, el chocolate y el café, por nombrar solo algunos.

Es probable que las descripciones de los vinos que realizan los *sommeliers* y que hoy figuran en muchas de las etiquetas nos hayan impulsado a tratar de aprender a identificar distintas cualidades en un determinado producto. Solemos escuchar que un vino es amable, tánico, con mucha madera, con aromas que van desde frutas y flores a pis de gato y piel de animal, y con entusiasmo intentamos entender qué atributos representan para nosotros y cómo es que un vino puede tener flores o cualquier otra sustancia que no provenga de la uva (o, como mucho, de la madera de los barriles donde fue almacenado).

Según la asociación de tecnólogos de alimentos de Estados Unidos (IFT, por sus iniciales en inglés), “la evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de los alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos”.[82] Esta disciplina puede utilizarse para fines diversos: establecer la aceptación de un determinado producto entre grupos de consumidores, marcar las diferencias con otro producto del mercado, definir el control de calidad tanto de productos terminados como intermedios y evaluar la vida útil sensorial de un alimento, entre otros.

Los grupos de consumidores cumplen el rol de evaluadores en pruebas que se denominan de tipo *subjetivas*. Luego de probar el producto, emiten un juicio basado puramente en su gusto personal, es decir, “me gusta”, “no me gusta”, “lo prefiero” o

“no lo prefiero”. Por su parte, los jueces o evaluadores sensoriales realizan pruebas analíticas y no emiten un juicio de valor sino que, debido a sus capacidades y entrenamiento previo, pueden discriminar, medir y describir los parámetros sensoriales que perciben.

Para desempeñar esta función como jueces o evaluadores sensoriales, los individuos son seleccionados y luego entrenados. Durante la selección, se evalúan los umbrales perceptivos y la posibilidad de medir intensidades, así como la habilidad para verbalizar las sensaciones. Como vimos, la respuesta sensorial frente a un estímulo es compleja y está influenciada por el resto de nuestros sentidos; por tal razón, el diseño de una prueba sensorial –ya sea con consumidores o con jueces sensoriales– tiene que considerar todas esas cuestiones, de modo que los resultados sean reproducibles, tengan validez estadística y, por lo tanto, sean confiables.

Para evitar las influencias, el espacio físico donde se llevan a cabo las pruebas garantiza que cada juez se aísle de los demás y realice la evaluación de la muestra en forma individual. Además, el ambiente está libre de olores y la intensidad de la luz es idéntica en todos los casos. Por otra parte, tanto la preparación de las muestras como la forma en que se presentan están estandarizadas para cada tipo de prueba, de manera tal que no haya influencia de ningún factor extra que no se esté evaluando.

Para la evaluación de olores y texturas, el primer paso es establecer entre los panelistas un lenguaje común, es decir que una misma palabra describa el mismo aroma o la misma textura. Con este método, a partir de algunos alimentos que han sido extensamente evaluados (como el vino), ya se han generado tablas de descriptores aromáticos.

Algunas de las pruebas analíticas en este proceso son:

- *Pruebas discriminativas*. Tienen como objetivo detectar la presencia o ausencia de diferencias de atributos sensoriales entre dos o más productos.

- *Pruebas descriptivas*. Su utilidad es muy diversa, desde la determinación de diferencias sensoriales entre un producto y sus competidores en el mercado hasta la caracterización de aromas.

Si bien se han desarrollado múltiples instrumentos de medición para evaluar las características sensoriales de los alimentos –las llamadas "lenguas" o "narices electrónicas"–, dada la complejidad de la respuesta sensorial, todavía no existe ninguno que pueda reemplazar a las personas. Sin competencia clara aún de instrumentos de detección más sensibles, seguimos siendo únicos en nuestra posibilidad de percibir este complejo mundo de sensaciones.

Las preguntas de la libretita

1.

¿Es cierto que el gusto dulce se percibe solo en la punta de lengua? Durante mucho tiempo, circuló el concepto equivocado de que las papilas gustativas podían percibir un solo tipo de gusto de acuerdo con la región de la lengua en la que se encontraran. Se creía que el dulce se percibía en la punta de la lengua; el ácido, en los costados; el salado, en la punta y los costados; y el amargo, en la parte posterior. En la actualidad, se sabe que en toda la lengua se pueden sentir todos los gustos. Sin embargo, debido al tiempo que media entre la percepción de la sensación y la diferente distribución de las células gustativas dentro de los corpúsculos, los gustos se perciben con mayor intensidad en determinadas regiones. Concretamente, ocurre que, si bien los cinco gustos se perciben en toda la lengua, hay porciones que tienen más cantidad de

"teclas" para cada uno de ellos. Esto fue en efecto lo que, combinado con la velocidad de percepción del dulce, llevó a la falsa creencia de que este gusto se percibía solo en la punta de la lengua.

2.

Si extraigo las semillas de los ajíes, ¿disminuye el picante? No. Esta creencia errónea se debe a que la capsaicina se encuentra principalmente en la parte blanca de los ajíes y, al sacar las semillas, solemos retirar esa parte también.

3.

¿Qué es el retrogusto? Luego de tragar un alimento, se puede evaluar la persistencia de la sensación que produce en la boca; es decir, durante cuánto tiempo seguimos percibiendo el sabor después de haber tragado. Si el sabor es distinto del que se produce mientras el alimento está en la boca, se lo llama "retrogusto". Muchos edulcorantes no calóricos presentan retrogusto, y este es uno de los factores que dificultan su aceptación en los alimentos. El "gusto metálico" de la sacarina es un ejemplo, así como el amargor persistente de la stevia. Por el momento, los gustos siguen

siendo cinco, sin embargo, la búsqueda de receptores específicos para el gusto metálico y otros es parte de investigaciones científicas.

4.

¿Por qué el agua de las infusiones no debe hervir? Las sustancias sápidas y aromáticas contenidas en el té o en la yerba mate se disuelven a distintas temperaturas.

A mayor temperatura del agua, más sustancias amargas se disolverán. Por esta razón, un mate servido con agua muy caliente (superior a 83 ºC) resulta muy amargo y se lava pronto (todos los sabores se escapan en las primeras cebadas).

5.

¿Por qué, cuando calentamos mucho los quesos con hongos o las espinas de pescado en un fumet, se tornan amargos? Los compuestos químicos que dan sabor y aroma a las comidas son sensibles al calor. Esto significa que pueden sufrir cambios químicos en sus moléculas, y como consecuencia, modificar sustancialmente las sensaciones que generan.

[67] Véase S. Fiszman (2010), “Comer: una experiencia sensorial compleja”, *Revista Sebbm*, nº 166, disponible en

<www.revista.sebbm.es/repositorio/pdf/166/d03166.pdf>.

[68] Peter Barham (autor de *La cocina y la ciencia*), junto con varios colaboradores, elaboraron un excelente artículo:

“Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline”, disponible en

<pubs.acs.org/stoken/presspac/presspac/full/10.1021/cr900105w>.

[69] Del japonés *umai* (“delicioso”). Es el último gusto químico reconocido como tal. La sustancia patrón es la sal del ácido glutámico, el glutamato monosódico también conocido como “ajinomoto”, por la

marca que lo comercaliza.

[70] El curso, dictado junto con la ingeniera María Julia Bacigalupo en el Instituto Argentino de Gastronomía en 2003, trataba acerca de la influencia que tienen los colores y la ubicación de los platos en el menú impreso sobre la elección de los clientes.

[71] La ISO 3972, de 1991, cuyo título en inglés es *Method of Investigating Sensitivity of Taste*.

[72] En el VIII Congreso Internacional de Química Aplicada, realizado en Washington en 1912, Kikunae Ikeda dijo: "Aquellos que presten mucha atención a sus papilas gustativas descubrirán en el complejo sabor de los espárragos, los tomates, el queso y la carne un gusto común y a la vez absolutamente singular, que no puede llamarse dulce, ácido, salado ni amargo". Casi setenta años después, esa afirmación fue comprobada y se aceptó el *umami* como el quinto gusto.

[73] La sal Maldon es una sal marina que se recolecta en el municipio de Maldon (Inglaterra) y que cristaliza en forma de escamas. La *fleur du sel* ("flor de sal") es sal marina del sur de Europa que se recoge manualmente de la capa superior de cristales que se forman por evaporación del agua de mar.

[74] La ptialina es una alfa amilasa capaz de hidrolizar o separar los enlaces entre las glucosas que forman el almidón y el glucógeno.

[75] Plato tradicional de la cocina francesa, que lleva berenjena, zucchini, cebolla, pimiento, tomate y hierbas.

[76] Fundadora, junto con Flavia Rizzuto, del Centro Argentino de Vinos y Espirituosas (CAVE).

[77] La receta está disponible en <www.guardian.co.uk/lifeandstyle/2002/may/04/foodanddrink.shopping>.

[78] A cargo de Bernard Lahousse. Véase el sitio <www.foodpairing.com/blog/>.

[79] También pueden encontrar más información sobre este tema en el blog de Martin Lersh

<blog.khymos.org/tgrwt>, en una sección que tituló TGRWT (las iniciales en inglés de "They Go Really Well Together", que significa "quedan realmente bien juntos"). Por otro lado, aquellos interesados

en los compuestos y sus efectos (olor-sabor-gusto) pueden visitar el sitio <flavornet.org/flavornet.html>.

[80] Hay House, Londres, 2010.

[81] Wiley-Blackwell, Chichester, 2014.

[82] H. Stone, “Sensory Evaluation: Science and Mythology”, *Food Technology Magazine*, 1 de octubre de 1999, disponible

en

<www.ift.org/news-and-publications/food-technology-

magazine/issues/1999/october/columns/back-page>.

Agradecimientos

Cuando finalmente me decidí a hacer la actualización de los *Manuales*, pensé que el proceso llevaría poco tiempo. Sin embargo, no fue así. Es por esto que quiero agradecer muy especialmente a mis amigos y familiares, por estimularme y acompañarme en cada paso de esta nueva edición, soportando mis quejas durante este tiempo.

Ariel Rodríguez Palacios, Dolli Irigoyen y Osvaldo Gross estuvieron presentes en cada paso de mi encuentro con la ciencia y la cocina, ayudándome generosamente desde el primer día. ¡Gracias, Ariel, Dolli y Osvaldo, de todo corazón!

Tengo que agradecer a muchas personas por su colaboración en diferentes instancias de esta nueva edición actualizada. Al doctor Pablo Moroni, el biólogo Joaquín Ais, el chef Nicolás Mercante, la licenciada en Nutrición Guadalupe Benavídez y el chef Juan Pablo Lugo, revisores de algunos capítulos que, con dedicación, mejoraron este libro. A Ramón Garriga, Andrea González y, nuevamente, Nicolás Mercante, por nuestras charlas eternas sobre harinas, panes y procesos. A Ale Temporini, por introducirme en el mundo sin gluten que me llevó a profundizar sobre almidones y harinas sin TACC y los desafíos que implican. A los especialistas en carnes Pablo Rivero, Gastón Riveira, Pedro Bargero y Juan Gaffuri, quienes accedieron a ser entrevistados para acercarnos al porqué de sus elecciones de carnes para sus restaurantes. También a los cocineros y cocineras que compartieron sus recetas y me permitieron usarlas en estos libros y los anteriores, y que por supuesto he nombrado en cada caso.

A Diego Golombek y Carlos Díaz, por confiar nuevamente en mí. A

Raquel San Martín, Yamila Sevilla y Emiliano Cabrera, editores de lujo.

A los miembros del Science & Cooking World Congress Barcelona, y especialmente a su presidente Pere Castells, por abrir tantas puertas y vías de comunicación en este ámbito.

A los alumnos de los cursos de ciencia en la cocina, mis seguidores de redes sociales y a los cocineros en general, por plantear nuevos interrogantes que me estimulan a investigar y continuar estudiando.

Apéndice 1

Conociendo la química de los alimentos El agua es el

elemento y principio de todas las cosas.

Tales de Mileto

Los componentes

Los alimentos nos proveen el combustible y la materia necesarios para hacer funcionar y desarrollar nuestro cuerpo. El sistema digestivo desarma los alimentos en sus componentes antes de absorberlos, para luego aprovecharlos en las distintas funciones biológicas que requiere nuestro organismo.

Podemos agrupar los componentes de los alimentos en cuatro grupos principales: el agua, los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos. Cada uno corresponde a un grupo de moléculas con estructura similar, que, por lo tanto, se comportarán de forma similar en las preparaciones.

La tabla A1.1 muestra la composición aproximada de algunos alimentos, y en todos ellos, salvo en el aceite, hay un porcentaje importante de agua. Durante la cocción, el agua es el medio en que ocurren las transformaciones dentro de los alimentos y el cambio en su ubicación respecto de las otras moléculas es, en muchos casos, lo que transforma la textura. Es importante recordar que, debido al contenido de agua de los alimentos, durante la cocción la temperatura nunca superará el punto de ebullición del agua. Es decir que, si nos encontramos en el nivel del mar, el tope será 100 ºC y solamente podrá elevarse una vez que toda el agua del alimento se haya evaporado, o cuando cocinemos en una olla a presión.

Si comparamos el porcentaje de agua de la leche con el de otros

alimentos, como las chauchas, las manzanas o el pescado, veremos que es bastante parecido; sin embargo, debido a las estructuras celulares que contienen el agua, la textura de cada uno es completamente distinta. Las células vegetales están contenidas dentro de una pared rígida que no está presente en las células animales.

Las proteínas se encuentran prácticamente en todos los alimentos que consumimos, en mayor o menor medida. Por lo general, la principal fuente de proteínas en nuestra alimentación son los alimentos de origen animal, dado que proveen una composición

proteica similar a la de nuestro cuerpo, lo que permite su aprovechamiento completo.

Tanto en las células animales como en las vegetales, las proteínas forman parte de la estructura de la célula misma y, además, son las encargadas tanto de fabricar (sintetizar) como de romper (hidrolizar) moléculas, lo que mantiene en funcionamiento el ciclo vital de cada célula.

Los hidratos de carbono se encuentran, fundamentalmente, en los alimentos de origen vegetal. No obstante, también están presentes en los de origen animal (por más que su porcentaje sea tan bajo que en la tabla A1.1 se representa como 0), como parte de glicoproteínas, del ADN y ARN, o en el glucógeno en los músculos.

Los lípidos conforman las membranas celulares y son una fuente importante de energía.

A pesar de su mala fama, son necesarios en nuestra dieta como vehículo de vitaminas liposolubles (como la A y la D), como parte de las membranas celulares y como base para la fabricación de hormonas.

Tabla A1.1. Composición de algunos alimentos

Alimento Lípidos % Proteínas %

Hidratos de carbono Agua %

Digeribles % Fibras %

Carne de vaca

10,6

20,2

0

0

69

Huevo entero

11

12

0

0

65

Manzana

0,35

0,3

12

2

84

Chauchas

0,4

4

5

2,5

88

Palta

22,2

4,2

1,8

2,4

69

Papa

0,2

2

17

2

79

Leche entera

3,5

3

4,6

0

88

Aceite

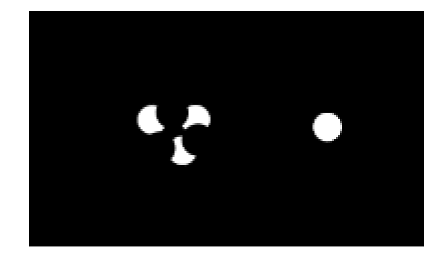
99,9

0

0

0

0



Miel

0

0,4

76

0

23,5

Pescado blanco

0,9

17,1

0

0

82

Caballa

22,9

19,0

0

0

57

Leche descremada

1,5

3

4,6

0

90

Garbanzos secos

5,5

20,8

44,4

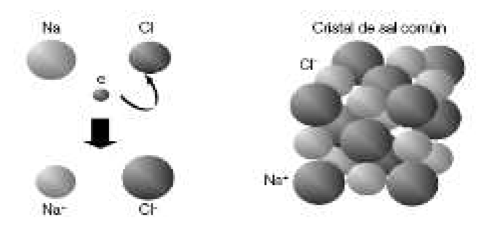
15

Más allá de que todos los alimentos contengan estos grupos de moléculas, es evidente que en cada uno las proporciones en que se encuentran y la organización interna las hacen diferentes entre sí. Sin embargo, las características fisicoquímicas de cada uno de estos grupos se expresan de forma similar.

Antes de comenzar con cada grupo de moléculas, veamos brevemente cómo se unen los átomos entre sí.

Átomos, moléculas y sus interacciones invisibles El átomo es la unidad más pequeña en que puede subdividirse la materia sin perder sus propiedades químicas características. Está formado por partículas subatómicas: los protones, los neutrones y los electrones. Los protones están cargados positivamente y tienen masa; los neutrones no tienen carga y tienen la misma masa que los protones (la suma de ambos será la masa total del núcleo); y los electrones están cargados negativamente y tienen una masa despreciable respecto de la de los protones y neutrones.

Figura A1.1. Esquema de un átomo



Como muestra la figura A1.1 (que representa un átomo de litio), los electrones giran alrededor del núcleo y en cada elemento se encuentra la misma cantidad de electrones que de protones, por lo que los átomos son neutros. Cuantos más protones tenga un átomo, más electrones tendrá, y estos girarán alrededor del núcleo a distancias crecientes, formando la llamada "nube electrónica". Los electrones de las órbitas más externas son los que determinan el comportamiento químico de cada de elemento. Los átomos se unen entre sí para formar moléculas, cediendo, tomando o compartiendo electrones. De esta

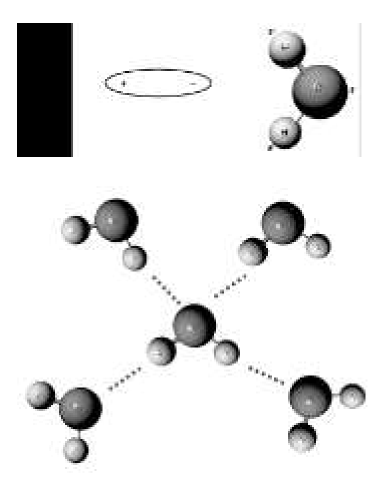
forma, se establecen los distintos tipos de enlaces químicos.

Si un elemento cede un electrón a otro, ambos se habrán transformado en iones. El que ganó el electrón será un ión con carga negativa y el que lo perdió será un ión con carga positiva. Es el caso de la sal común o el cloruro de sodio, donde el sodio le cede un electrón al cloro y queda con una carga positiva, y el cloro, con una carga negativa. En un cristal de sal, los iones de cloro y sodio se encuentran atraídos entre sí por fuerzas electrostáticas, como muestra la figura A1.2.

Figura A1.2. Unión iónica del cloruro de sodio

Cuando dos átomos comparten electrones, se ha formado un enlace covalente. Los electrones compartidos forman una nueva órbita alrededor de ambos átomos, que los mantiene unidos en una determinada geometría que da forma a las moléculas.

Si los átomos entre los que se establece la unión covalente son similares, los electrones se mantendrán en órbitas relativamente equidistantes de cada uno de los átomos. Sin embargo, si atraen a los electrones compartidos de forma distinta (como en el caso del hidrógeno y el oxígeno en la molécula de agua), se generará un desbalance interno en la distribución de cargas. Como muestra la figura A1.3, el oxígeno atrae con mayor intensidad a los electrones que el hidrógeno, y así se genera una densidad de carga negativa en el oxígeno y una densidad de carga positiva en el hidrógeno. A este tipo de unión covalente se la denomina “unión covalente polar”.



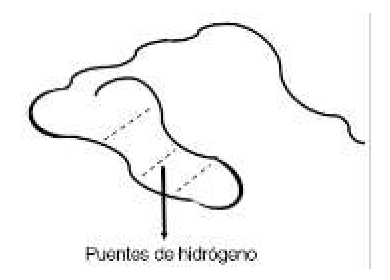
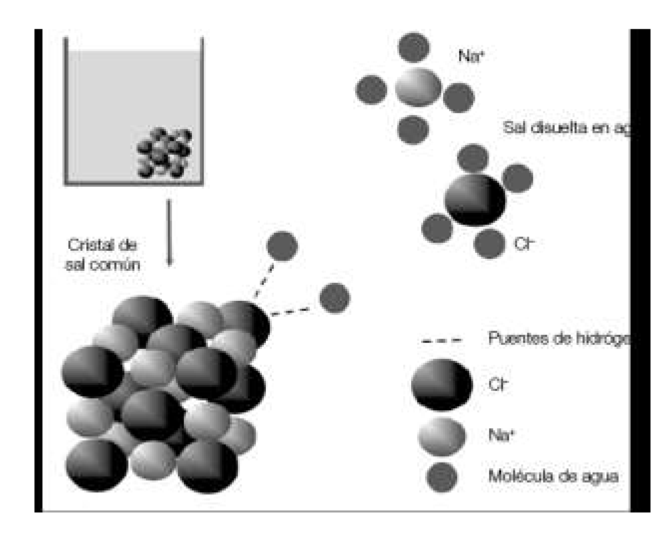


Figura A1.3. Unión covalente polar

Debido a este desbalance de cargas interno, entre las moléculas se generan atracciones muy fuertes llamadas “puentes de hidrógeno”. Los que se establecen entre las moléculas de agua (figura A1.4) son los responsables de sus características físicas tan particulares. A su vez, los puentes de hidrógeno se pueden establecer entre átomos de una misma gran molécula, como en el caso de las proteínas o el ADN, dándole la forma particular que tiene cada una en el espacio, como se aprecia en la figura A1.5.

Figura A1.4. Puentes de hidrógeno en el agua

Figura A1.5. Puentes de hidrógeno en una macromolécula



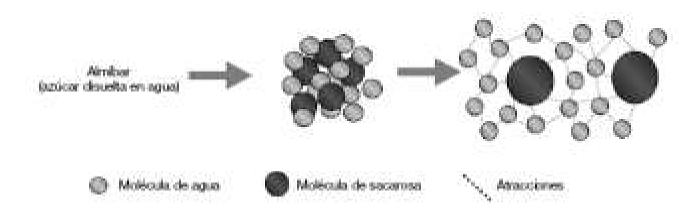
Si no hay desbalance entre los átomos que forman el enlace covalente, no habrá densidades de carga distinta entre los átomos de una

molécula. Esto ocurre, por ejemplo, en los ácidos grasos, que están formados por una larga cadena carbonada, en la que un átomo de carbono se une a otro, y a otro, y a otro, y ninguno de los átomos que forman la unión atrae más a los electrones que otro. Entre estas moléculas, no habrá atracciones fuertes del tipo puente de hidrógeno, sino que experimentarán atracciones débiles llamadas “fuerzas de Van der Waals”, que son las que mantienen cohesionadas a las moléculas de triglicéridos (formadas por ácidos grasos) en el aceite.

Como vimos, según cómo se establezcan las uniones entre los átomos y el desbalance de carga interna de cada molécula, habrá moléculas polares (con desbalance de carga interna) y moléculas no polares (sin desbalance de carga interna). Las primeras pueden establecer interacciones con otras moléculas polares, y es gracias a esa interacción que el azúcar (molécula polar) y la sal (sólido iónico, muy polar) se disuelven fácilmente en agua. La sal se separa en sus iones constituyentes al disolverse en agua (como se aprecia en la figura A1.6) y el azúcar permanece como una molécula intacta (como se ve en la figura A1.7), estableciendo ambas atracciones de tipo puente de hidrógeno con el agua.

Figura A1.6. Sal en agua

Figura A1.7. Azúcar en agua



Las segundas no pueden establecer interacciones con las moléculas polares. Por esta razón, el agua y el aceite no se mezclan; hay que encontrar moléculas que tengan una parte polar y una no polar para lograr que las mezclas entre ellas permanezcan estables.

El agua

Así como el agua es el componente principal de casi todos los alimentos, también es el componente primordial de nuestro cuerpo. Es allí donde ocurren las distintas reacciones metabólicas en nuestras

células, donde se ordena el resto de las moléculas componentes de los alimentos y el medio en que ocurren las transformaciones dentro de los alimentos durante el procesamiento y la cocción.

Esta pequeña molécula, formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, tiene características muy particulares debido a la disparidad en la habilidad para atraer electrones entre los átomos que la forman, lo que da origen a la molécula polar por excelencia.

Cuando el agua está en estado líquido, todo el tiempo hay atracciones de tipo puente de hidrógeno formándose y rompiéndose entre sus moléculas y manteniéndola cohesionada intensamente. Cada molécula de agua puede establecer 4 puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua, como ocurre en el hielo.

Los puentes de hidrógeno son los responsables de las características particulares del agua. Gracias a ellos, a pesar de ser una molécula pequeña (de bajo peso molecular), el agua tiene un punto de ebullición y de fusión tan alto. Como regla general, a mayor peso molecular, las sustancias tienen mayor punto de ebullición y de fusión y, a igual peso molecular, cuanto más intensas sean las interacciones entre ellas, más elevado será el punto de ebullición y de fusión. Si comparamos los puntos de fusión y ebullición del alcohol común (etanol) con los del agua (tabla A1.2), veremos expresadas estas características, a pesar de que el alcohol también es una molécula polar (aunque menos que el agua).

Tabla A1.2. Puntos de fusión y ebullición del agua y el alcohol
Alcohol común (etanol)

Agua

Peso molecular

18

Punto de fusión

-114,3 ºC

0 ºC

Punto de ebullición

78,4 ºC

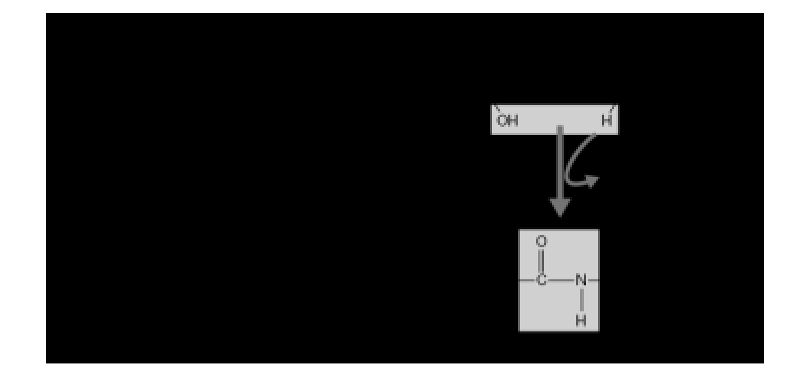
100 ºC

Las proteínas

Las proteínas son moléculas muy grandes, formadas por unidades de otras moléculas más pequeñas llamadas “aminoácidos”. Los aminoácidos se unen unos a otros y forman una gran cadena. En la naturaleza existen veinte tipos de aminoácidos; si comparamos la formación de una proteína con el enhebrado de un collar, los aminoácidos serían los veinte tipos de cuentas distintas que tendríamos a nuestra disposición para fabricar el collar.

Las moléculas de aminoácidos comparten una región común (figura A1.8), constituida por un grupo amino y un grupo carboxilo, unidos a través de un mismo átomo de carbono (en el ejemplo del collar sería el agujero para pasar el hilo), y se diferencian entre sí por el resto de los átomos que forman la molécula llamada “residuo” (R) (en el ejemplo del collar serían las formas, los tamaños y los colores de las cuentas).

Figura A1.8. Aminoácidos y unión peptídica



Los residuos pueden ser polares o no polares; de esta forma, a medida que se sintetiza una proteína se establecerán atracciones del tipo puente de hidrógeno (polares) o atracciones no polares, y repulsiones (polares del mismo signo o polar no polar), que darán forma a la cadena.

La secuencia en que se unen los distintos aminoácidos se llama "estructura primaria".

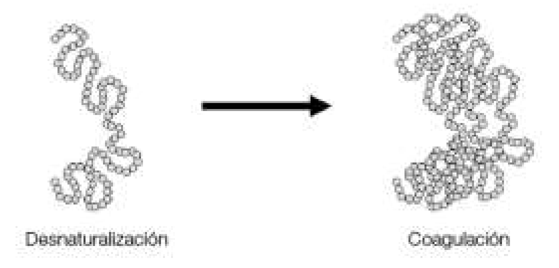
La estructura secundaria es el replegamiento de una molécula proteica sobre sí misma, lo que le da gran estabilidad. A su vez, al replegamiento de la estructura secundaria se lo denomina "estructura terciaria". Finalmente, si dos cadenas proteicas se asocian para formar una proteína, al producto se lo denomina "estructura cuaternaria". La forma que adquiere en la naturaleza se denomina "forma nativa".

Según la estructura espacial final que adquiera la cadena proteica, se pueden distinguir proteínas fibrosas y globulares. Las primeras se caracterizan por tener una estructura helicoidal larga y estrecha (colágeno, elastina, queratina), y las segundas (albúmina, ovotransferrina) están constituidas por cadenas que se repliegan sobre sí mismas como un ovillo y confieren al conjunto un aspecto compacto.

Esta estructura es importante, ya que la forma de las moléculas es lo que determina su funcionalidad. La forma puede ser afectada por el calor, los ácidos, las sales y el trabajo mecánico. A este cambio de forma se lo denomina "desnaturalización" (modificación de la estructura natural) y es el que posibilita el espesado, la gelificación, el aireado, el amasado y, como consecuencia, los cambios en la textura de las preparaciones. Es decir que la desnaturalización es un fenómeno en que se modifica la organización de las proteínas, que pierden

gradualmente su forma “natural”, cambiando sus propiedades, sin que se modifiquen los eslabones que la forman (los aminoácidos).

Por efecto del calor, las proteínas globulares se despliegan y, como resultado, cambian su afinidad con el agua. Las proteínas fibrosas suelen ser insolubles en agua, y su



principal función es dar soporte mecánico a las células y los organismos. El efecto del calor variará según la proteína de la que se trate: mientras que en el caso del colágeno la estructura helicoidal se desarmará y podrá formarse la gelatina, no tendrá ningún efecto en el caso de la elastina o la queratina.

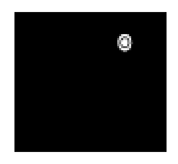
El estado final de la desnaturalización (figura A1.9) es la coagulación, cuando las proteínas se unen con otras en grandes complejos, de diferente forma a la nativa, y así dejan pocos enlaces libres para relacionarse con el medio.

Figura A1.9. Desnaturalización y coagulación

Cabe destacar que el efecto del calor, los ácidos y las sales es distinto en cada proteína; es decir que no todas cambian su forma a la misma temperatura, con la misma acidez, ni con la misma concentración de sales. El trabajo mecánico afecta la forma de algunas proteínas, pero no de todas. Así, gracias al amasado se puede formar la malla del gluten, y durante el batido de claras la ovotrasnferrina forma las pompas que atrapan el aire.

Las enzimas, responsables de casi todas las reacciones químicas que ocurren dentro de una célula, también son proteínas. Es decir que su acción puede ser modificada por el calor, los ácidos y las sales, debido a que, con el cambio en la estructura nativa (desnaturalización), se pierde la funcionalidad. De esta manera, mediante el calentamiento o los ácidos evitamos el oscurecimiento de los vegetales por inactivación de la polifenol oxidasa.

El juego entre los ingredientes de una preparación, el orden en que se los agrega y el procedimiento utilizado modificarán la estructura espacial para obtener el resultado deseado (ligaduras, espumas, espesamiento, gelificación, etc.).



Los hidratos de carbono

Los hidratos de carbono son un gran grupo de moléculas constituidas fundamentalmente por carbono, oxígeno e hidrógeno, en proporciones y formas determinadas. Dentro de este gran grupo encontramos a los pequeños azúcares, las pectinas, las gomas, el almidón y las fibras. Estas moléculas, en principio tan disímiles en tamaño como en características más mundanas como el gusto, se asocian entre sí en esta familia, ya que las larguísimas cadenas de los compuestos más grandes están formadas simplemente por la unión de muchos de los azúcares más pequeños.

Los azúcares simples se representan con la fórmula general $CnH2nOn$; es decir que, por cada átomo de carbono en la molécula, habrá una molécula de agua. Los más difundidos en la naturaleza son los azúcares de 5 y 6 carbonos, cuya fórmula general es $C5H10O5$ (correspondiente a la ribosa, arabinosa y xilosa) o $C6H12O6$ (correspondiente a la fórmula de la glucosa, la fructosa y la galactosa; figura A1.10). De la unión de dos azúcares simples se forman los disacáridos, como la sacarosa o el azúcar común, la lactosa presente en la leche y la maltosa.

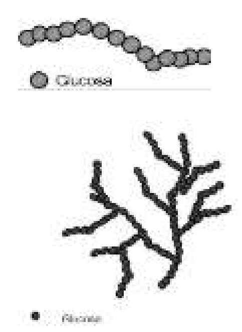
Los azúcares se caracterizan por su gusto dulce y por su gran solubilidad en agua, por lo que, además de endulzar las preparaciones, contribuyen a la textura final. Un flan hecho con azúcar tendrá una textura muy distinta de un flan elaborado con sal o con un edulcorante no calórico. La cremosidad resultante del gel formado se debe a la interacción del azúcar con el agua.

Figura A1.10. Molécula de glucosa

Las gomas, las pectinas, el almidón y las fibras están formados por la unión de muchos azúcares simples o sus familiares cercanos; sin embargo, ya no tienen gusto dulce. Las gomas y las pectinas tienen la

habilidad de capturar gran cantidad de agua, lo que proporciona consistencia a las preparaciones.

El almidón es un polímero de la glucosa. De la unión de muchas moléculas de glucosa se forman dos tipos de cadenas: la amilosa (uniones lineales de glucosa) (figura A1.11) y la amilopectina (uniones ramificadas) (figura A1.12). Ambas moléculas conforman el



gránulo de almidón. Los gránulos de almidón se encuentran en las semillas de las plantas y en las raíces, como forma de almacenamiento de energía para la planta. El tamaño de estos, la localización y la relación amilosa-amilopectina varían según la especie de que se trate. De la relación amilosa-amilopectina depende el comportamiento culinario del almidón.

El almidón es insoluble en agua a temperatura ambiente; cuando comienzan a calentarse los gránulos, se abren por las regiones más inestables y el agua penetra en los gránulos. Estos van absorbiendo cada vez más agua, hasta que, a una determinada temperatura, pierden toda su estructura, generando una red amorfa de almidón con agua (o sea, gelatinizándose). Una vez superada la temperatura de gelatinización, la mezcla alcanza su mayor viscosidad.

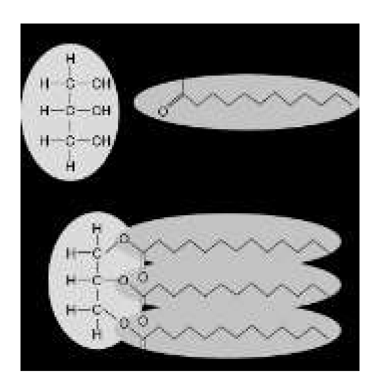
Figura A1.11. Molécula de amilosa

Figura A1.12. Molécula de amilopectina

Las fibras conforman un grupo de hidratos de carbono disímiles, cuyo denominador común es que no pueden ser digeridas ni absorbidas por nuestro organismo. Sin embargo, cumplen una función mecánica y reguladora del tránsito intestinal. Como ejemplo de molécula fibrosa podemos tomar la celulosa, componente de las paredes celulares de los

vegetales, que es un polímero de la glucosa, al igual que el almidón.

Esta no puede ser digerida por nuestro sistema digestivo, ya que, por el tipo de uniones



que hay entre una glucosa y otra, nuestras enzimas digestivas no son capaces de romperlas y aprovecharlas.

Los lípidos

Los lípidos son un grupo de biomoléculas (fabricadas por organismos vivos) orgánicas de composición química heterogénea, que comparten dos características:

1.

Son insolubles en agua.

2.

Son solubles en solventes orgánicos, como el éter, el cloroformo, el benceno, *etc.*

Químicamente, el grupo está compuesto por ácidos grasos, triglicéridos, ceras, esteroides, y todos los compuestos que de ellos deriven.

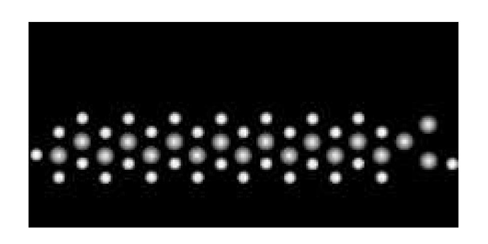
En los ingredientes culinarios, la composición mayoritaria está formada por triglicéridos y, en menor medida, por ácidos grasos. Su comportamiento fisicoquímico es responsable de las propiedades de los productos que los contienen.

Tres ácidos grasos se unen químicamente al glicerol (esterificación) para formar los triglicéridos. Si un glicerol se une solamente a un ácido graso, estaremos en presencia de un monoglicérido; si se unen

dos, estaremos en presencia de un diglicérido; y, obviamente, si se unen tres, obtendremos un triglicérido. El comportamiento fisicoquímico del triglicérido depende de las características de los ácidos grasos que lo formen.

Figura A1.13. Glicerol, ácido graso libre y triglicérido

Figura A1.14. Ácido graso saturado. Distintas formas de representación



Los ácidos grasos están formados por cadenas de átomos de carbono, que en un extremo poseen un grupo ácido.

Según el largo de la cadena carbonada, los ácidos grasos se clasifican en:

Ácidos grasos de cadena de corta: de 2 a 4 átomos de carbonos.

Ácidos grasos de cadena mediana: de 6 a 12 átomos de carbono.

Ácidos grasos de cadena larga: de 14 a 24 átomos de carbono.

A medida que la cadena carbonada es más larga, el ácido graso es menos soluble en agua y su temperatura de fusión es mayor. Es decir que, cuanto más larga es la cadena, más probabilidades tendremos de que sea sólido a temperatura ambiente.

Los ácidos grasos, además, pueden tener lo que en química se denomina “dobles enlaces” entre los átomos de carbono. Esto significa que los átomos de carbono se unen a través de dos puntos, en vez de

estar ligados por uno solo. Esta diferencia da a la molécula una forma distinta y una movilidad diferente (si hacemos la comparación con un baile de a dos, no es lo mismo estar tomados de una mano y bailar *rock and roll*, que estar abrazados y bailar un tango), siendo más rígida la unión por dos puntos que por uno solo. Frente a esta posibilidad, surge una nueva clasificación de los ácidos grasos, según la presencia o no de dobles enlaces. Si estos existen en la cadena carbonada, el ácido graso será “no saturado” o “insaturado”; si tiene más de un doble enlace, será

“polinosaturado” o “poliinsaturado”. Además, según dónde sea la ubicación del doble enlace, se van a clasificar como omega “x”, siendo x la posición del doble enlance, contando desde el extremo opuesto al grupo ácido. En el caso de la figura A1.15, el ácido graso es omega 3.

En los alimentos encontramos mezclas de triglicéridos compuestos por ácidos grasos de distintos tipos. Que un alimento lipídico sea sólido o líquido a temperatura ambiente, o



sea que lo definamos como un aceite o una grasa, dependerá de su composición en ácidos grasos. En líneas generales, cuanto más larga sea la cadena de ácidos grasos, mayor punto de fusión tendrá, es decir que será más sólido. A su vez, cuantos más dobles enlaces tenga, más líquido será.

Figura A1.15. Esquema de un ácido graso saturado y uno no saturado

Apéndice 2

El ABC de la física culinaria

El fuego se eleva hacia los cielos, la piedra cae a la tierra, todo esto sucede porque las cosas se dirigen hacia su lugar natural.

Aristóteles

Se deduce de lo que acabamos de decir sobre la naturaleza del fuego, que nos es imposible retenerlo y fijarlo en ningún cuerpo. Sin embargo, los fenómenos que presentan las materias inflamables mientras arden nos indican que contienen realmente la materia del fuego como uno de sus principios. (…) Examinemos las propiedades de este fuego fijo, convertido en principio de los cuerpos, al cual, para distinguirlo del fuego puro y libre, se ha designado con el nombre griego phlogistos (…). He aquí en qué difiere del fuego elemental.

Pierre J. Macquer, *Elements de la chymie-théorique*, 1756

El calor y la temperatura

La cocción cambió para siempre la alimentación del hombre ampliando la variedad de alimentos que podía consumir y, a su vez, mejorando la absorción de muchos nutrientes que, sin ese proceso previo, no podían ser aprovechados por nuestro organismo.

Mediante la cocción se elimina gran cantidad de microorganismos de las carnes que podrían enfermarnos, se vuelve digerible el almidón presente en tubérculos y granos, y se eliminan algunos factores "antinutritivos", como las antitripsinas contenidas en las legumbres.

Gracias a la aplicación de calor también aparecen nuevos aromas y sabores apetecibles, como en el dorado o la caramelización, y otros no tanto, como en el caso de la coliflor. El calor es energía, y la temperatura es una medida de esa energía. Como describe Alberto G. Rojo en *La física en la vida cotidiana* (publicado en esta misma colección): Si fuéramos capaces (no lo somos) de achicarnos hasta el tamaño de los átomos y moléculas, el agua del vaso o el metal del martillo dejarían de parecernos sustancias continuas y veríamos su estructura granular, una muchedumbre de partículas que se

mueven violentamente de un lado para otro. Ese movimiento irregular es lo que hoy llamamos "movimiento térmico" y es el responsable del fenómeno del calor; las moléculas de agua o de aceite hirviendo, en contacto con nuestra piel, producen irritación en nuestras células nerviosas y nos generan esa sensación que llamamos calor.

El calor es la energía que fluye desde un cuerpo caliente a uno frío, y ese flujo continúa mientras las temperaturas de ambos cuerpos sean distintas y se interrumpe una vez que estas se igualan. El calor también fluirá de una zona más caliente a una más fría dentro de un mismo cuerpo.

El calor puede transferirse de tres formas distintas: por conducción, por convección y por radiación. Cada una tiene características particulares, que actúan durante la cocción.

La conducción

La transferencia de calor por conducción tiene lugar cuando dos objetos a diferente temperatura *entran en contacto*. El calor fluye desde el objeto más caliente hacia el más frío, hasta que ambos alcanzan la misma temperatura. La transferencia se produce en el lugar donde los objetos entran en contacto, cuando las partículas con más energía (mayor temperatura) chocan con las de menor energía (menor temperatura). De esa forma ocurre el pasaje de calor de un cuerpo a otro, o dentro de un mismo cuerpo, sin que haya transferencia de materia entre ellos.

Algunas sustancias conducen el calor mejor que otras. En líneas generales, los sólidos son mejores que los líquidos, y estos mejores que los gases. Los metales son muy buenos conductores, y la madera o el aire son malos conductores. La experiencia cotidiana de esta propiedad la experimentamos constantemente al tocar una mesada de acero inoxidable o de mármol en un día frío: sentimos la mano fría porque el calor fluye de nuestra mano a la mesada, a diferencia de si tocamos, en el mismo ambiente, una mesada de madera, dado que esta es un mal conductor del calor. La diferente sensación en estos casos no se relaciona con la temperatura a la que se encuentran las mesadas (que es exactamente la misma), sino con la habilidad de esos materiales para conducir el calor.

Teniendo en cuenta que los metales son muy buenos conductores, resultan los elegidos para la fabricación de ollas y sartenes, aunque no todos conducen con la misma eficacia.

El cobre y el aluminio son excelentes y, por lo tanto, proporcionan una temperatura uniforme en toda la base, aunque la fuente de calor no sea uniforme. El acero inoxidable, en cambio, no es tan buen conductor y siempre tiene puntos más calientes, por eso los alimentos generalmente se pegan y se queman siempre en el mismo lugar.

Como el cobre puede disolverse en los alimentos y es tóxico si se consume en forma sostenida, las ollas hechas con este material puro solo se usan para hacer caramelo cuando no se le agrega agua. Las ollas de cobre que se destinan a otros usos por lo general tienen un recubrimiento interno de otro metal, que no reacciona con los alimentos, y así se aprovechan sus propiedades conductivas. El mismo

principio se aplica en el diseño y la fabricación de las capas de las ollas de triple o doble fondo.

El aluminio puede disolverse en medios ligeramente ácidos o básicos, generando pigmentos oscuros, o puede reaccionar con los sulfuros liberados durante la cocción de las claras, dando compuestos grises. Por ello, si intentamos hacer un merengue suizo en una olla de aluminio, quedará gris por reacción del material con los sulfuros liberados en el medio.

La convección

En un gas o un líquido, además de que puede transferirse energía al chocar una molécula con otra, existe la posibilidad de que partes calientes se desplacen como un todo hacia partes más frías y así generen las corrientes de convección.

Al calentarse un fluido (un gas o un líquido) por la parte inferior, este se expande y, como su densidad disminuye, se desplaza hacia arriba. Por el contrario, las partes más frías (más densas) se desplazan hacia abajo. Dentro de una olla con agua o con aceite, el calor se transmite por conducción y por convección. Por conducción, desde la olla al líquido y, a su vez, entre las moléculas individuales que chocan entre sí. Pero también por convección, cuando las masas de líquido caliente se desplazan a la superficie y generan corrientes que envuelven el alimento.

Dado que el fluido en movimiento no puede ascender y descender por el mismo lugar, se generan las llamadas celdas de convección, como muestra la figura A2.1.

Figura A2.1. Celdas de convección



Lo mismo ocurre con el aire dentro de un horno: si la fuente de calor

está en la parte inferior, el aire caliente se desplaza hacia arriba, y el aire frío, hacia abajo. Por lo tanto, el horno estará más caliente arriba que abajo. Para contrarrestar este efecto, algunos hornos tienen una ventilación forzada, que redistribuye el aire haciendo que la diferencia de temperatura entre los distintos lugares sea menor.

La radiación

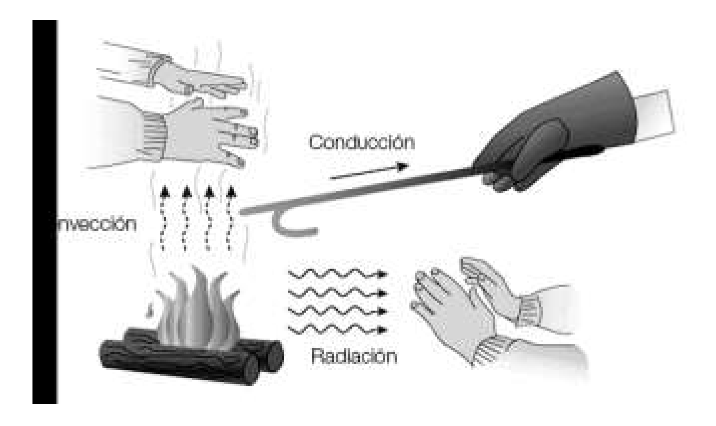
Tanto en el caso de la conducción como en el de la convección, se requiere la presencia de materia para que la energía calórica se transfiera, pero no así en la radiación. Gracias a la radiación, sentimos el calor del sol y, en un asado, el fuego calienta la parrilla y partes de la carne en forma directa.

En la radiación, los electrones de niveles superiores de energía caen a niveles inferiores y esa pérdida se emite en forma de radiación electromagnética. Por lo tanto, es un tipo de transporte de calor que consiste en la propagación de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz. No se produce ningún intercambio de masa y no se necesita ningún medio en particular, sino que puede ocurrir en el espacio vacío, como en el caso de los rayos del sol o en el aire como en la parrilla.

Todos los objetos absorben y emiten radiación. La energía absorbida por los átomos hace que sus electrones salten a niveles de energía superiores. Cuando la absorción de energía está equilibrada con la emisión, la temperatura del objeto permanece constante.

Si la absorción de energía domina, la temperatura del objeto aumenta, y si predomina la emisión de energía, la temperatura del objeto disminuye.

Figura A2.2. Transmisión de calor



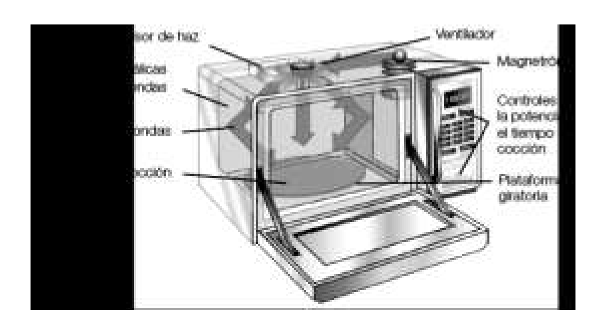
El microondas

El microondas, como su nombre lo indica, emite pequeñas ondas electromagnéticas, al igual que la luz o el fuego. La energía de esas pequeñas ondas es baja y capaz de afectar principalmente las moléculas polares dentro del alimento. Como vimos, todos los alimentos tienen una importante cantidad de agua, que es una molécula polar; por lo tanto, las ondas emitidas por el microondas calentarán principalmente esa agua. A su vez, esta calentará el resto de los componentes por conducción, haciendo que el alimento se cocine.

Dado que las ondas emitidas cambian su polaridad muchísimas veces por segundo, el agua vibra, intentando alinearse con la polaridad cambiante; por lo tanto, es como si la molécula de agua tuviera una manija[83] y la onda la estuviera sacudiendo de un lado a otro incansablemente. Ese movimiento es transmitido a las moléculas cercanas, haciendo que la temperatura de todo el alimento aumente.

El plato giratorio dentro de la mayoría de los microondas ayuda a que el calentamiento sea más parejo. Cuanta más agua tenga un alimento, más rápido se calentará. De todas maneras, las ondas también pueden hacer vibrar otras moléculas polares, como las de azúcares o alcoholes, e incluso las grasas.[84]

Figura A2.3. Microondas



Hasta aquí hemos visto las diferentes formas de transmisión del calor, pero hay otros fenómenos que se relacionan con él y con los cambios de estado de las sustancias, que debemos conocer para poder responder preguntas como estas:

¿Por qué se evapora el agua?

¿Se necesita la misma cantidad de calor para calentar un kg de agua y un kg de acero?

¿Por qué, cuando el agua hierve, no cambia la temperatura?

¿Por qué no hierve el aceite?

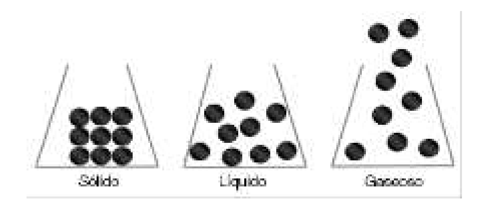
¿Por qué flota el hielo?

¿Por qué recomiendan agregarle sal o alcohol al agua con hielo para enfriar botellas?

¿Por qué soplamos la cuchara antes de probar un alimento para que se enfríe?

Antes de pasar a la explicación de cada una de estas cuestiones, veamos cuáles son los estados de la materia, qué es el calor específico, el calor latente, el punto de fusión, el punto de ebullición y el punto triple.

Los estados de la materia



Los estados de la materia son la manifestación del grado de ordenamiento de las moléculas en una sustancia. En el estado sólido, las moléculas o átomos de una sustancia están ordenados espacialmente siguiendo un patrón repetitivo. Es así que las moléculas de agua, en el hielo, se ordenan en forma hexagonal, y las moléculas

de sal, en forma de cubos. Ese ordenamiento dependerá de la naturaleza de cada sustancia y, en algunos casos, de las condiciones en que se ha formado el cristal. El ordenamiento es exactamente el mismo, sin importar el tamaño del cristal formado; por lo tanto, un pequeño grano de azúcar tiene la misma forma que un grano de azúcar candy.

Por más que a simple vista no observemos ningún movimiento, los átomos vibran en las moléculas de un sólido, pero su energía es lo suficientemente baja para que se mantengan unidos. A medida que la energía de las moléculas que lo forman aumenta, la temperatura del sólido aumentará, y estas se mantendrán asociadas hasta que la temperatura sea lo suficientemente elevada para que ya no puedan mantenerse en ese arreglo cristalino, momento en el que la sustancia pasa al estado líquido.

En ese estado, las moléculas vibran con mayor energía y ya no pueden mantenerse en un lugar en particular, aunque siguen cohesionadas entre ellas. Por eso los líquidos se desplazan como un todo, cambiando de forma pero sin separarse en sus moléculas individuales. Un sólido mantiene su forma particular, y los líquidos se adaptan al recipiente que los contenga. Si agregamos mayor calor, la temperatura del líquido aumentará hasta que las moléculas tengan la suficiente energía para vencer las atracciones entre sí y pasar al estado gaseoso.

Podríamos representar cada estado como muestra la figura A2.4.

Figura A2.4. Estados de la materia

En el estado gaseoso, las moléculas ocupan todo el espacio disponible para ellas.

El cristal que no es cristalino: el estado vítreo

Algunas sustancias pueden solidificar sin acomodarse en un arreglo cristalino particular, lo que da como resultado un ordenamiento igual al estado líquido. A este estado se lo denomina “estado vítreo”. En la cocina, muchas veces buscamos ese estado particular, que se consigue enfriando rápidamente un líquido muy viscoso e impidiendo que las moléculas se ordenen (por ejemplo, al hacer caramelos duros, donde

no hay cristales). El mismo fenómeno ocurre en el vidrio: el sílice fundido se enfría rápidamente y, en vez de formarse cristales de arena, la arena fundida permanece quieta sin poder ordenarse, y así se forma el vidrio, cuyo ordenamiento es igual al de un líquido, aunque es sólido, como en los caramelos duros.

Como dijimos, las moléculas de los líquidos tienen mayor energía que las moléculas de la misma sustancia sólida y, por lo tanto, mayor temperatura. La temperatura nos da una idea de la energía promedio, pero no nos indica la de cada molécula en forma individual. Si midiéramos una molécula individual de dos líquidos a distinta temperatura, no podríamos asegurar cuál de ellos se encuentra más frío. Por esta razón, siempre habrá algunas moléculas que tengan la suficiente energía para pasar al estado gaseoso y, por lo tanto, evaporarse. (Ya contestamos la primera pregunta: ¿Por qué se evapora el agua?)

Para que una molécula pueda escapar de un líquido tiene que vencer las atracciones de las moléculas entre sí y, a su vez, el peso de la columna de aire, que va desde la superficie del líquido hasta el fin de la atmósfera. En el nivel del mar, la columna de aire tiene una longitud mayor que si estuviéramos en la cima del Aconcagua, por lo cual, a mayor altura las moléculas necesitan menos energía promedio para cambiar del estado líquido al gaseoso (y, por lo tanto, las temperaturas de ebullición son menores). Por el contrario, en una olla a presión –donde hay mayor presión que la atmosférica– el agua hierve a una temperatura mayor que en una olla destapada. Como muestra la tabla A2.1, a medida que disminuye la presión, el agua hierve a menor temperatura, y a medida que la presión aumenta, hierve a mayor temperatura.

Tabla A2.1. Puntos de ebullición del agua a diversas presiones o alturas

Presión externa

Temperatura de ebullición (ºC) Altura aproximada sobre el nivel del mar (en metros) 38,1

50 mmHg

80,9

6000

355 mmHg

85

4000

434 mmHg

90

2000

526 mmHg

95

1000

634 mmHg

97,7

600

700 mmHg

99,6

300

750 mmHg

100

0

760 mmHg

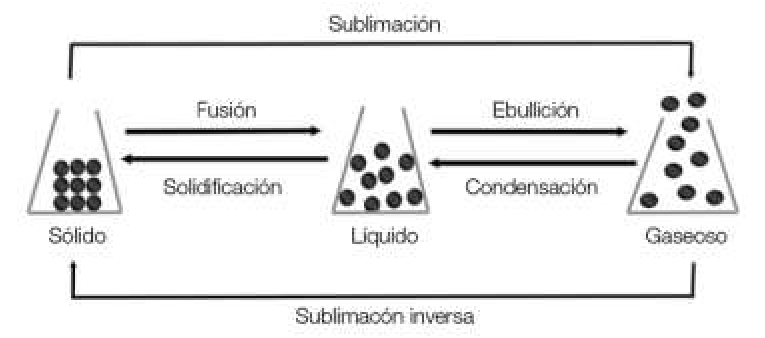
101,4

800 mmHg

2 atm.

119,6




Sublimación
Fusión
Ebullición
Solidificación
Condensación
Sólido
Líquido
Gaseoso
Sublimacón inversa

10 atm.

179

20 atm.

211,4

En la figura A2.5 aparece el llamado “diagrama de fases”, donde se relacionan la presión y la temperatura. El único momento en que los distintos estados de la materia pueden coexistir es durante el cambio de estado. Es decir que, ante cualquier par de presión-temperatura distinto del de cambio de estado, cada sustancia solo puede existir en un determinado estado. Por ejemplo, a presión normal no podemos tener agua pura a 120 ºC, ya que solamente puede haber vapor.

Figura A2.5. Diagrama de fases

Cada transición entre un estado y otro recibe un nombre particular, como muestra la figura A2.6.

Figura A2.6. Nombre de los cambios de estado

En general, las sustancias ocupan más espacio en el estado líquido que en el sólido. La única excepción es el agua. Como vimos anteriormente, las moléculas de agua establecen entre sí atracciones del tipo puentes de hidrógeno. Cada molécula de agua tiene la posibilidad de establecer cuatro puentes de hidrógeno con otra molécula. Esa atracción hace que, mientras las moléculas se mueven, se acerquen más, hasta que la repulsión de los núcleos haga que se repelen nuevamente. Por esta razón, en el agua las moléculas están más cerca que en el hielo; es decir que, para una misma masa (cantidad de moléculas), el agua ocupa menos espacio que el hielo. Por lo tanto, la densidad del hielo es menor que la del agua (y el hielo flota en un vaso de agua). Por ello, también, las botellas llenas con agua explotan en el congelador.

Si aplicamos la misma cantidad de calor a dos sustancias distintas, la variación de temperatura de cada una no será la misma, sino que dependerá de la cantidad de sustancia que tengamos y de una propiedad llamada “calor específico”. El calor específico se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado la temperatura de un kg de una sustancia. Es decir que, teniendo en cuenta el calor específico y la cantidad de sustancia, podemos calcular cuánto calor debemos aplicar a cualquier alimento para aumentar su

temperatura en x grados.

Como siempre, el agua se usa como parámetro de referencia, y la cantidad de calor necesaria para aumentar un grado un kg de agua es igual a una kilocaloría, o kcal (es decir que se requiere una caloría para aumentar en un grado un gramo de agua).

Sin embargo, no podemos aumentar la temperatura indefinidamente. Si nos encontramos en el nivel del mar, observaremos que una vez que el agua comienza a hervir la temperatura ya no se incrementa. Por más calor que le agreguemos, la temperatura se mantendrá en 100 ºC hasta que se evapore toda el agua.

Durante el cambio de estado, la temperatura no se modifica. El calor necesario para que el cambio de estado ocurra se lo denomina "calor latente", que, para este caso específico, es el calor latente de vaporización del agua. El calor latente, entonces, es la cantidad de calor que debemos ceder a un kg de sustancia para que esta cambie de estado, o la cantidad de calor que la sustancia debe entregar para cambiar de estado.

Por esa razón, cuando el vapor se encuentra con un cuerpo frío, entrega ese calor, se condensa y se transforma en agua.

El valor del calor latente de vaporización del agua es de 539 kcal/kg a 100 ºC, o 539

cal/gramo; es decir que un gramo de vapor, al condensarse, entregará 539 calorías. Así, si tocamos un gramo de agua a 100 ºC, suponiendo que entregue todo el calor hasta

equilibrarse con nuestra mano a unos 35 ºC, el descenso de temperatura será de 65 ºC; por lo tanto, la cantidad de calor entregada será de solamente 65 calorías. Por ello, un gramo de vapor de agua entrega más energía que un gramo de agua.

La temperatura de equilibrio entre dos estados es característica de las sustancias puras (incluso es una de las propiedades que se utiliza en los laboratorios químicos para verificar la pureza de las sustancias). Cuando una sustancia se disuelve en otra, afecta la temperatura a la que ocurre tanto la ebullición como la fusión. Cuanta más cantidad de sustancia haya disuelta en un líquido, más alta será la temperatura de ebullición y más baja la temperatura de fusión. Este efecto es el que aprovechamos en la elaboración de almíbares para conocer la concentración de azúcar, ya que es mucho más sencillo medir el aumento de la temperatura de ebullición del almíbar a medida que el

agua se va evaporando que intentar elaborarlo mezclando las cantidades exactas de agua y azúcar.

A este efecto se lo llama “ascenso ebulloscópico”.

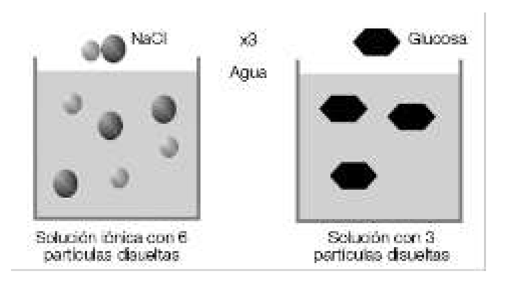
En la fusión o congelación, es decir, en el equilibrio entre el estado sólido y el estado líquido, cuantas más sustancias disueltas haya, menor será el punto de fusión. De esta forma, si disolvemos cualquier sustancia en agua y colocamos hielos, la temperatura de equilibrio será menor que 0 ºC. Por ello, aprovechamos ese efecto para enfriar botellas: a menor temperatura, el agua enfriará más rápido las botellas. Podemos agregar sal, alcohol o azúcar al agua, y cuanto más agreguemos, a menor temperatura se establecerá el equilibrio entre el agua y el hielo.

Para bajar el punto de fusión, ¿es lo mismo agregar 100 g de azúcar que 100 g de sal en un litro de agua?

El efecto sobre el punto de fusión lo ejerce cada una de las moléculas o iones disueltos, por lo cual debemos realizar algunas cuentas antes de contestar la pregunta. Veamos:

Un mol de azúcar (es decir, 6,02 x 1023 moléculas de azúcar) pesa 342 g; o sea que en 100 g de azúcar hay 0,29 moles de azúcar.

Un mol de cloruro de sodio (sal común) es igual a 58 g; es decir que en 100 g de sal hay 1,72 moles de sal.



Solución iónica con 6 partículas disueltas

Solución con 3 partículas disueltas

En otras palabras, en 100 g de azúcar hay menos cantidad de moléculas que en 100 g de sal, lo que implica que 100 g de sal van a disminuir más el punto de fusión del agua que 100 g de azúcar. Además, al disolverse en agua, el ion cloruro y el ion sodio se separan, ejerciendo individualmente el efecto sobre el cambio de punto de fusión.

Un mol de azúcar (342 g) disminuirá el punto de fusión en 1,86 ºC, y un mol de sal (58

g) lo hará en el doble de esa cantidad, es decir, en 3,72 ºC.

La respuesta a la pregunta planteada entonces es: 100 g de sal van a disminuir mucho más el punto de fusión que 100 g de azúcar.

Figura A2.7. Partículas disueltas

En la fabricación de helados se aprovecha este efecto para definir la cantidad de cristales de hielo que habrá en una mezcla. A pesar de estar a –15 ºC, el agua en los helados *n* o está totalmente congelada, sino solo una parte de ella, por lo que se le puede dar forma al helado en los cucuruchos.

¿Por qué se enfría más rápido una botella en contacto con agua y hielo que en contacto con hielo solo?

La mezcla de agua y hielo permite un contacto completo con la superficie a enfriar, a diferencia de si usamos hielo solamente. Al ser un sólido, el hielo deja pequeñas

burbujas de aire entre la botella y él, y, como el aire es peor conductor del calor que el agua, el descenso de la temperatura se retrasa.

Ahora, volvamos a las preguntas que motivaron el desarrollo de estos temas.

¿Se necesita la misma cantidad de calor para calentar un kg de agua y un kg de acero? Para cada material o sustancia, el calor a aplicar dependerá del calor específico y de la cantidad de sustancia de que se trate. En este caso, necesitaremos 1 kcal para el agua y solamente 0,12 kcal para el acero.

Tabla A2.2. Calor específico del agua y el acero

Material Calor específico

kcal/kg ºC

Agua

1

Acero

0,12

¿Por qué, cuando el agua hierve, no cambia la temperatura? Porque durante el cambio de estado se consume todo el calor absorbido.

¿Por qué no hierve el aceite y se transforma en vapor? Las moléculas de triglicéridos comienzan a destruirse antes de llegar a temperaturas lo suficientemente altas como para cambiar de estado. Esto ocurre con muchas moléculas orgánicas.

¿Por qué flota el hielo? Como vimos, en el hielo las moléculas de agua están más separadas que en el agua líquida; por lo tanto, el hielo tiene menor densidad y entonces flota.

¿Por qué recomiendan agregarle sal o alcohol al agua con hielo para enfriar botellas? Ello se debe al descenso crioscópico: el agua mezclada con sal o alcohol puede estar en equilibrio con el hielo a menor temperatura que si no tuviera alguna de estas sustancias disueltas.

¿Por qué soplamos la cuchara antes de probar un alimento para que se enfríe?

Como vimos, en los líquidos algunas moléculas tienen suficiente energía para evaporarse y escapar del líquido. Al escapar las moléculas más energéticas, van quedando las menos energéticas, con lo cual la energía total baja y, por lo tanto, la temperatura también. Algunas moléculas escapan de la superficie, pero vuelven a caer dentro del líquido; por eso, al soplar sobre la superficie desplazamos las moléculas que estaban sobre ella y evitamos que reingresen, y de esa forma favorecemos el enfriamiento.

Polimorfismo cristalino

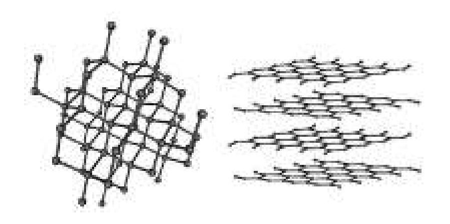
Algunas sustancias no siempre solidifican con el mismo ordenamiento, dando diferentes tipos de cristales. Al tener distinta distribución en el estado cristalino, las propiedades físicas que presentan son muy diferentes. Los cristales de la misma sustancia con distinto ordenamiento tienen distinto volumen, distinto punto de fusión y distinta estabilidad. Probablemente el caso más conocido en gastronomía sea la selección específica de determinadas formas cristalinas al templar chocolate. Las formas beta de los cristales de la manteca de cacao dan la apariencia brillante y crocante al morder, a la vez que proporcionan estabilidad a las formas logradas.

Sin embargo, este no es el único ejemplo. Nuestros mayores –por no decir más viejos–

recordarán que había que calentar la leche en polvo para poder disolverla totalmente.

La lactosa cristaliza en dos formas diferentes: la alfa y la beta. La forma alfa es mucho menos soluble que la beta y es una de las causas de la textura arenosa en helados.

Justamente, para prevenir la cristalización se agregan hidrocoloides, para que dificulten la formación de cristales. Los procesos industriales han cambiado y ahora se opta por dos alternativas: o bien se siembra la solución sobresaturada con cristales muy pequeños, que promoverán la cristalización sobre sí mismos (impidiendo que se formen grandes y pocos cristales), o bien se elimina el agua tan rápidamente que la lactosa (secado de la leche por pulverización) queda con una forma amorfa (como si fuera líquida pero rígida, o como si fuera cristalina pero desordenada) y luego se disuelve fácilmente en agua.



¿Qué relación existe entre un lápiz, Superman y un diamante para Luisa Lane?

En un episodio memorable de la historieta, el superhéroe aprieta entre sus manos un grafito y lo convierte en un diamante para su amada Luisa Lane. Seguramente fue ahí cuando la mayoría nos enteramos de que el carbón del asado de los domingos y los diamantes (los mejores amigos de una chica) estaban hechos del mismo material.

Así es, un diamante y un carbón se diferencian solamente en la distribución que adquieren los átomos de carbono entre sí al cristalizar (y, obviamente, en el precio también).

La figura A2.8 ilustra la distribución de los átomos de carbono en uno y otro cristal.

Figura A2.8. Distribución de los átomos de carbono en el diamante (izquierda) y en el grafito (derecha)

El juego de texturas sólidas-líquidas es una de las características de las preparaciones culinarias modernas, donde los contrastes incrementan el disfrute de un determinado plato. Un ejemplo típico son las croquetas líquidas, en las que, apenas se muerde el exterior crocante, se derrama todo el interior dentro de la boca, desplegando los sabores escondidos. Para lograr este tipo de preparaciones, el relleno de la croqueta debe estar sólido antes de cubrirlo con masa filo, empanarlo y freírlo. Para solidificar el relleno, podemos recurrir a dos técnicas completamente distintas: la más tradicional consiste en mezclar el relleno con gelatina, esperar que se solidifique y luego armar las croquetas; la otra, menos tradicional, consiste en congelar el relleno con nitrógeno líquido, con la

forma deseada, y luego, mientras permanece congelado, cubrirlo con masa filo, empanarlo y freírlo. Durante la fritura, mientras se forma la costra exterior, en el interior la gelatina pierde su condición de gel por efecto del calor, o el hielo del relleno se funde y se convierte en un líquido tibio.

Comprender los cambios en los estados de la materia y cómo lograrlos puede ayudarnos a replantear la forma de preparar algunos platos, o a incorporar innovaciones que nos permitan realizar ese plato ideal que existe en nuestra imaginación.

[83] Esta es la explicación que da Harold McGee en su libro *On Food and Cooking*. Quizá sea la explicación más sencilla y amigable para imaginar el funcionamiento del microondas.

[84] En Eroski Consumer pueden encontrar una representación muy buena del funcionamiento de un microondas: <consumer.es/web/es/economia_domestica/servicios-y-hogar/2004/10/04/140166.php>.

Bibliografía comentada

Alicia & elBullitaller, *Léxico científico gastronómico*, Barcelona, Planeta, 2006. Como bien expresa el título, es casi un diccionario para los cocineros que quieran adentrarse en el mundo de las recetas que utilizan ingredientes provenientes de la industria de los alimentos, diferentes de los tradicionales, en la cocina.

Barham, Peter, *La cocina y la ciencia*, Zaragoza, Acribia, 2003. Probablemente no sea el libro más fácil de leer para no científicos, pero tiene unos cuadros sinópticos muy buenos sobre algunos problemas, sus efectos y sus causas.

Blumenthal, Heston, *In Search of Perfection. Reinventing Kitchen Classics*, Nueva York, Bloomsbury, 2006. Blumenthal analiza con precisión las cualidades de ocho platos clásicos, en busca de una nueva versión de esas recetas: la evocación perfecta. El placer que despierta es la descripción del camino recorrido, más allá de las recetas.

Buehler, Emily, *Bread Science. The Chemistry and Craft of Making Bread*, Hillsborough, Two Blue Books, 2006. Este libro es una joyita para los amantes de la ciencia de la masa madre y los panes que con ellos se hacen. Tal vez sea un poco complicado para quienes no tengan una formación científica, pero vale la pena de todos modos.

Brenner, Michael; Sörensen, Pia y Weitz, David, *Science and Cooking. Physics Meets*

***Food, from Homemade to Haute Cuisine*, Nueva York, W.W. Norton & Company Inc., 2020.** A partir del famoso curso de Harvard, Science and Cooking, comenzado en el año 2010, finalmente se publicó este libro que sintetiza los conocimientos y muestra interesantes resultados de las experiencias de laboratorio. Sin duda, una obra de enseñanza de física, con recetas que acompañan los conceptos para una mejor comprensión.

Bressanini, Darío, *La ciencia de la pastelería. Las bases*, Milán,

Gribaudo, 2017. Ideal para pasteleros curiosos, con fotos e ilustraciones excelentes y explicaciones accesibles.

Cassi, Davide y Bocchia, Etore, ***La ciencia en los fogones. Historias, ideas, técnicas y***

recetas, de la cocina molecular italiana, **Gijón, Trea, 2005.** En este libro, que plasma de manera amena el trabajo conjunto de Davide Cassi (físico de la Universidad de Parma) y Etore Bocchia (cocinero), relata el recorrido realizado por ambos autores y las recetas resultantes de ese encuentro. Contiene imperdibles recetas con glucosa fundida.

Corriher, Shirley O., ***CookWise,*** **Nueva York, William Morrow and Company, 1997.**

Este libro, que aparenta ser un clásico libro de recetas, ofrece explicaciones muy sencillas y acertadas sobre la ciencia escondida en las preparaciones.

Baldwin, Douglas E., ***Sous Vide, for the Home Cook*****, Nueva York, Paradox Press, 2010.**

Baldwin es un matemático y apasionado de la cocina al vacío. En este libro, publica muchísimas recetas que pueden servir de guía para quienes quieran experimentar con ese método. En su página web, tiene disponibles (desde 2008) excelentes tablas de tiempos y temperaturas necesarios para la pasteurización de diferentes productos.

Gandulfo, Petrona C. de, ***El libro de doña Petrona, recetas de arte culinario*** **(30ª ed.), Buenos Aires, 1949.** Muchísimas recetas y consejos para el ama de casa, desde cómo guardar la lencería fina hasta cómo servir la mesa. Una joyita que pone de manifiesto los cambios en la sociedad y en la forma de presentar las recetas.

Gardiner, Anne y Wilson, Sue, ***The Inquisitive Cook*****, Nueva York, Exploratorium-Henry Holt and Company, 1998.** Hermosamente escrito y muy accesible a todo público, este libro de corta extensión y con observaciones muy acertadas, lleva al lector a analizar la experiencia cotidiana de cocinar y comer.

Garriga, Ramón y Koppmann, Mariana, ***Masa madre, pan con sabor a pan,*** **Grijalbo, Buenos Aires, Penguin Random House, 2019.** En este libro, escrito junto con Ramón Garriga (más conocido como Gluten Morgen), compartimos de manera sencilla la ciencia

escondida en la preparación de masa madre y los panes que se hacen con ella.

Está lleno de *tips* y consejos ideales para quienes se inician o ya son expertos en el tema.

Golombek, Diego y Shwarzbaum, Pablo, *El nuevo cocinero científico*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2007. Este libro no puede faltar en la biblioteca de todo curioso. Es divertido, de fácil lectura y tan entretenido que, antes de darse cuenta, querrán leerlo de nuevo.

Golombek, Diego (comp.), *El parrillero científico* (2ª ed. rev. y act.), Buenos Aires, Siglo XXI, 2019. Este libro se ocupa de la ciencia de una de las pasiones argentinas: el asado, desde la física de la parrilla hasta el maridaje y acompañamientos adecuados.

Gross, Osvaldo, *Chocolate*, Buenos Aires, Planeta, 2011. Como en todos los libros del genial pastelero Osvaldo Gross, siempre hay explicaciones científicas al alcance de todos sobre las materias primas y los procesos. Aquí desarrolla de manera precisa, sencilla y rigurosa la compleja ciencia del chocolate.

Hopia, Anu Inkeri y Fooladi, Eric Cyrus, *A Pinch of Culinary Science. Boiling an Egg*

***Inside Out and Other Kitchen Tales*, CRC press, Boca Ratón, 2019.** A través de experimentos y explicaciones sencillas, los autores exploran con precisión muchas recetas. Los capítulos sobre huevos son fascinantes.

Joachim, David y Schloss, Andrew (con A. Philip Handel, Ph. D), *The Science of Good*

***Food, the Ultimate Reference of How Cooking Works*, Toronto, Robert Rose Inc., 2008.**

Presentado con el formato de un diccionario enciclopédico, de fácil lectura y con hermosas fotografías, este libro abarca desde los ingredientes hasta los procesos.

Kamozawa, Aki y Talbot, H. Alexander, *Ideas in Food, Great Recipes and Why they*

***Work*, Nueva York, Clarkson Potter Publishers, 2010.** Fundamentalmente, un libro de recetas, como su título lo indica, con explicaciones sencillas sobre la ciencia detrás de ellas. Incluye desde

preparaciones simples de la cocina cotidiana hasta recetas orientadas a profesionales (por los ingredientes o el equipamiento necesario para hacerlas).

Keller, Thomas, *Under Pressure, Cooking Sous Vide*, Nueva York, Artisan, 2008.

Bellísimo libro de cocina al vacío del afamado Thomas Keller. Tiene una interesantísima parte introductoria, con conceptos muy claros y recetas hermosamente fotografiadas, probablemente más para admirar y tomar ideas que para llevar a la práctica.

Koppmann, Mariana; DeGrossi, Claudia y Furman Roxana, *Cazabacterias en el*

***cocina*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2015.** Un libro para entender realmente las bases de la contaminación de los alimentos, las enfermedades que producen y como prevenirlas.

Kurti, Nicholas y Kurti, Giana (comps.), *But the Crackling Is Superb. An Athology on*

***Food and Drink by Fellows and Foreign Members of the Royal Society*, Institute of Physics Publishing, Bristol y Filadelfia, 1988.** Nicholas Kurti recopila los escritos de los miembros de la Royal Society sobre algún aspecto de la ciencia y la cocina. Marca un hito importantísimo en la evolución del intercambio entre la ciencia y la gastronomía debido al nivel académico de los autores.

Labensky, Sarah y Fitzgerald, James, *The Complete Idiot's Guide to Cooking.*

***Techniques and Science*, CWL Publishing Enterprises, 2003.** En forma sencilla y divertida, con apartados para cocineros o científicos, este libro da ideas para realizar pruebas tanto en la cocina como en el laboratorio.

Mans, Claudi, *Sferificaciones y macarones*, Barcelona, Planeta, 2010. Claudi Mans recorre, en forma de diálogo con una lectora, los ingredientes, aditivos y operaciones de

la cocina tradicional y moderna, explicando de manera sencilla la ciencia detrás de las recetas, con numerosos ejemplos prácticos.

McGee, Harold, *The Curious Cook*, Macmillan, Nueva York, 1992. Los primeros once capítulos de este libro están dedicados al análisis de

ciertos fenómenos culinarios o recetas, analizados con tanta agudeza y profundidad que leerlos siempre es un placer renovado.

McGee, Harold, *On Food and Cooking*, Nueva York, Scribner, 2004. Escrito de manera excelente, este es "el" libro de consulta para todos aquellos que, desde la ciencia, se acerquen a la cocina. Apareció en 2007 traducido al español, con el título *La cocina y los alimentos*.

McGee, Harold, *Keys to Good Cooking. A Guide to Making the Best of Foods and*

***Recipes*, Nueva York, Penguin Press, 2010.** Otro libro de Harold McGee con muchas recetas y observaciones agudas sobre ellas, escrito de una manera más sencilla aun que *On Food and Cooking*, y con la profundidad que lo caracteriza.

Perelló, Joseph, Castells, Pere y Massip, Cintia (comps.), *Cocinar ciencia. Materia*

***condensada*, Barcelona, ACTAR-Arts Santa Mònica, 2010.** Este libro es el catálogo de la muestra "Cocinar ciencia: Materia condensada en Arts Santa Mònica", realizada en Barcelona, y contiene artículos sencillos y amenos sobre los distintos temas expuestos.

Potter, Jeff, *Cooking for Geeks. Real Sciences, Great Hacks, and Good Food*, Sebastopol, O'Reilly Media Inc, 2010. En este libro, Potter combina muy bien explicaciones a veces bastante técnicas con recetas y entrevistas a especialistas de distintas áreas (Harold McGee, Martin Lersh, Douglas Baldwin, Douglas Powell, Brian Wansink, entre otros). Contiene excelentes dibujos y fotografías, lo que lo vuelve un libro muy atractivo en el que cada lector, según sus intereses y su formación, puede encontrar algo interesante.

Rojo, Alberto, *La física en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2010. Como en todos los libros de la colección Ciencia que Ladra…, en este encontramos explicaciones sencillas y amigables para fenómenos a veces difíciles de explicar, como el del calor.

Shepherd, Gordon M., *Neurogastronomy. How the Brain Creates Flavour and Why It*

***Matters*, Nueva York, Columbia University Press, 2012.** Un científico dedicado a la neurociencia explica lo que llama "neurogastronomía", estableciéndola como disciplina.

Es un libro muy interesante sobre la integración superior (cerebral) de

los sentidos, pero poco accesible al público en general.

Spence, Charles y Piqueas-Fiszman, Betina, *The Perfect Meal*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2014. Este es un libro de experimentos sensoriales, en el que se evalúan los factores contextuales de la experiencia gastronómica de los comensales. La vajilla, la música, los colores del ambiente, el nombre de los platos y otros aspectos que influyen en la actividad de comer. Es inspirador para pensar en los detalles, incluso al momento de organizar una comida en casa.

Teffri-Chambelland, Thomas, *Pannetone y bollería de masa madre*, France, Noyers sur Jabron, 2020. Excelente libro para profundizar en la ciencia de las elaboraciones dulces de masa madre. No es para todos los lectores, ya que requiere de conocimientos científicos previos o, al menos, contar con una vasta experiencia en la elaboración de pannetone y todas las dificultades que presentan para comprenderlo.

This, Hervé, *Los secretos de los pucheros*, Zaragoza, Acribia, 1996. Probablemente sea el libro más famoso de Hervé This, quien acuñó, junto con Nicholas Kurti, el concepto de “gastronomía molecular”. Prácticamente todo el texto se desarrolla en torno a la explicación de las preguntas formuladas por el autor.

This, Hervé, *Molecular Gastronomy. Exploring the Science of Flavor*, Nueva York, Columbia Univesity Press, 2005. En capítulos cortos y siempre ameno, el autor enfoca este libro mayormente en la ciencia del sabor.

Vega, César, Ubbink, Job y Van der Linden, Erik, *The Kitchen as Laboratory*.

***Reflections on the Science of Food and Cooking*, Nueva York, Columbia University Press, 2012.** Libro homenaje a *But the Crackling Is Superb*, sus capítulos están escritos por los referentes en las áreas de ciencia y cocina de una manera interesante y atrapante.

Wansink, Brian, Ph. D, *Mindless Eating. Why We Eat more than We Think*, Bantam Dell, Nueva York, 2006. Divertidísimo libro que nos obliga a pensar en los impulsos que nos guían a comer o a dejar de hacerlo, sorprendiéndonos en cada capítulo con experimentos que nos hacen comprender la gran interacción de las señales externas, psicológicas y culturales con nuestras decisiones a la hora de comer.

Otros libros de consulta para científicos

Brillat Savarin, A., *Physiologie du goût*, París, Flammarion, 1982.

Badui Dergal, Salvador, *Química de los alimentos*, México, Longman de México Editores, 1999.

Beckett, T. Stephen, *The Science of Chocolate, RSC Publishing* (2ª ed.), Milton Road Cambridge, 2008.

Belitz, H. D.; Grosch, W. y Schieberle, P., *Food Chemistry* (3ª ed.), Berlín-Heidelberg, Springer, 2004.

Charley, Helen, *Tecnología de los alimentos*, México, Limusa, 1997.

Coenders, A., *Química culinaria*, Zaragoza, Acribia, 1996.

Fennema, Owen R., *Química de los alimentos* (2ª ed.), Zaragoza, Acribia, 2000.

Gisslen, Wayne, *Professional Baking* (3ª ed.), Nueva York, John Wiley & Sons, 2001.

Hillman, H., *Kitchen Science. A Guide to Knowing the Hows and Whys for Fun and Success in the Kitchen*, Boston, Houghton Mifflin Company, 1989.

Hough, Guillermo y Fiszman, Susana, *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*, Madrid, Programa CYTED, 2005.

McWilliams, Margaret, *Foods experimental perspectives* (2ª ed.), Zaragoza, Acribia, 1992.

Ott, Dana B., *Manual de laboratorio de ciencia de los alimentos*, Nueva York, Macmillan, 1993.

Sienko, Michell J. y Plane, Robert A., *Química. Principios y aplicaciones*, México DF, McGraw-Hill, 1986.

Otros libros de recetas

Gross, Osvaldo, *Pastelería base*, Buenos Aires, Sandler Publicidad, 2007.

Gross, Osvaldo, *El ABC de la Pastelería*, Buenos Aires, Planeta, 2013.

Temporini, Alejandra, *Mi aventura sin gluten*, Buenos Aires , Grijalbo, 2019.

Temporini, Alejandra, *Mi panadería sin gluten*, Buenos Aires, Grijalbo, 2022.

Recetas de la carrera de Profesional Gastronómico, Instituto Argentino de Gastronomía.

Rodríguez Palacios, Ariel, *Gran manual de técnicas del maestro de cocina*, Buenos Aires, Atlántida, 2011.